

**STUDI PROSES PENGOLAHAN CANGKANG TELUR AYAM MENJADI
PUPUK CAIR ORGANIK DENGAN MENGGUNAKAN EM4
SEBAGAI INOKULAN**

Skripsi

Diajukan untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (SPd)
Dalam Ilmu Biologi

Oleh
SALPIYANA
NPM: 1311060207

Jurusan: Pendidikan Biologi



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
1441 H / 2019 M**

ABSTRAK

Semakin banyak industri kue, rumah makan, toko roti, restoran, mie dan martabak telur yang menggunakan telur sebagai bahan bakunya, yang menyebabkan banyak limbah cangkang telur yang tidak dimanfaatkan dan hanya dibuang saja. Padahal di dalam cangkang telur masih mengandung nutrisi yang dapat digunakan untuk makhluk hidup lainnya, seperti tumbuhan. Nutrisi yang terdapat di dalam cangkang telur ayam dapat digunakan sebagai bahan baku pupuk cair organik bagi tanaman. Penguraian bahan baku limbah menjadi pupuk cair organik dengan fermentasi selama 7 hari menggunakan EM4 sebagai inokulannya. Penelitian ini terdiri dari 3 perlakuan, yaitu D1 (EM4 10%), D2 (EM4 20%) dan D3 (EM4 30%). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui manakah dosis yang optimum terhadap kualitas pupuk cair organik (Suhu, pH, dan NPK) sesuai Standarisasi Nasional SNI. Berdasarkan kualitas pupuk cair yang dihasilkan dari semua perlakuan menunjukkan kualitas pupuk cair organik yang relatif baik, namun hasil yang terbaik adalah pada perlakuan D3 dengan konsentrasi EM4 30% menghasilkan suhu 29°C, pH akhir 4,75, kadar N yang paling tinggi diantara perlakuan yang lainnya yaitu 0,08%, P tersedia 4,121%, K 4,887% dan kandungan hara makro sekunder kalsium (CaO) 22,099%.

Kata Kunci: Pupuk Cair Organik, Fermentasi, EM4, Cangkang Telur Ayam.





KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat : Jl. Let. Kol. H. Endro Suratmin Sukarame 1 Bandar Lampung 35131 Telp(0721)703260

PERSETUJUAN

Judul Skripsi : **STUDI PROSES PENGOLAHAN CANGKANG TELUR
AYAM MENJADI PUPUK CAIR ORGANIK DENGAN
MENGGUNAKAN EM4 SEBAGAI INOKULAN**

Nama : **Salpiyana**
NPM : **1311060207**
Prodi : **Pendidikan Biologi**
Fakultas : **Tarbiyah dan Keguruan**

MENYETUJUI

Untuk dimunaqosyahkan dan dipertahankan dalam sidang munaqosyah
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung

Pembimbing I

Pembimbing II

Nurhaida Widiani, M.Biotech
NIP. 198405192011012007

Indarto, M.Sc
NIP. 197505142008011009

Mengetahui
Ketua Prodi Pendidikan Biologi

Dr. Eko Kuswanto, M.Si
NIP. 197505142008011009



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat : Jl. Let. Kol. H. Endro Suratmin Sukarame 1 Bandar Lampung 35131 Telp.(0721)703260

PENGESAHAN

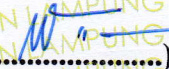
Skripsi dengan judul: **"STUDI PROSES PENGOLAHAN CANGKANG TELUR AYAM MENJADI PUPUK CAIR ORGANIK DENGAN MENGGUNAKAN EM4 SEBAGAI INOKULAN"** Disusun oleh: **Salpiyana**,
NPM: **1311060207**, Jurusan: **Pendidikan Biologi**. Telah diujikan dalam sidang
Munaqosyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan pada hari/tanggal: **Kamis, 13**
Februari 2020.

TIM PENGUJI MUNAQOSYAH

Ketua : Meisuri, M.Pd


(.....)

Sekretaris : Mahmud Rudini, M.Si


(.....)

Penguji Utama : Dr. Rina Budi Satiyarti, M.Si


(.....)


Penguji Pendamping I : Nurhaida Widiani, M.Biotech


(.....)

Penguji Pendamping II : Indarto, M.Sc


(.....)

Mengetahui
Dekan Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan


Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd
NIP. 196408281988032002

MOTTO

وَإِذَا قِيلَ لَهُمْ لَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ قَالُوا إِنَّمَا نَحْنُ مُصْلِحُونَ ﴿١١﴾

Artinya: “Dan apabila dikatakan kepada mereka: “Janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi”. Mereka menjawab: “ Sesungguhnya Kami orang-orang yang mengadakan perbaikan.” (Q.S. Al-Baqarah: 11)¹



¹ Departemen Agama RI. Al-Qur'an dan Terjemahannya. Diponorogo: Semarang. h. 3.

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin, Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Penulis mempersembahkan skripsi ini sebagai ungkapan cinta dan terimakasih kepada:

1. Ayahanda Saipi dan Ibunda Sarmani. Dengan rasa bakti, tulus dan ikhlas penulis mengucapkan terimakasih atas do'a yang selalu mengiringi hari-hariku menuju gerbang keberhasilan, serta restu, dukungan dan kasih sayang yang dilimpahkan kepadaku hingga saat ini.
2. Kakakku tercinta Rika Gustina yang selalu mendo'akan, mendukung, memotivasi serta menasihati dengan penuh kesabaran dan kasih sayang. Serta adik-adikku Eko Saputra dan Syaiful Bahri, terimakasih atas kasih sayang, persaudaraan dan dukungannya yang selama ini kalian berikan kepadaku untuk lekas menyelesaikan kuliahku. Semoga kita semua bisa membuat orang tua kita selalu bahagia.
3. Almamater tercinta UIN Raden Intan Lampung.

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Salpiyana, dilahirkan pada tanggal 28 Agustus 1995 di Desa Kanyangan, Kec. Kotaagung Barat, Kab. Tanggamus. Putri kedua dari pasangan Bapak Saipi dan Ibu Sarmani.

Penulis memulai Pendidikan di SD N 1 Kanyangan yang diselesaikan pada tahun 2007, dan melanjutkan pendidikannya di MTs N 1 Kotaagung yang diselesaikan pada tahun 2010. Pendidikan selanjutnya di MAN 1 Kotaagung, jurusan IPA dan diselesaikan pada tahun 2013. Selama menempuh pendidikan di MAN 1 Kotaagung penulis aktif di ekstrakurikuler Pramuka.

Pada tahun 2013 penulis melanjutkan pendidikan di Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Raden Intan Lampung yang kini telah menjadi Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Intan Lampung program strata (S1) Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Jurusan Prodi Pendidikan Biologi. Selama menempuh pendidikan di UIN Raden Intan Lampung penulis aktif sebagai anggota UKM Pramuka UIN Raden Intan Lampung.

KATA PENGANTAR

Sesungguhnya segala puji hanyalah milik Allah SWT yang memelihara alam semesta. Kita memuji-Nya, memohon kepada-Nya, serta meminta perlindungan kepada-Nya dari segala kejahatan dan segala keburukan kita. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepa Nabi Muhammad SAW., kepada keluarga dan sahabat serta umat beliau yang senantiasa menegakkan kalimat Allah SWT.

Sangat disadari bahwa penulis memiliki kemampuan yang sangat terbatas, namun karena kelapangan yang Allah berikan, maka skripsi ini bisa penulis selesaikan dengan baik meskipun masih ada kekurangan. Sehubungan dengan hal tersebut, maka melalui penulisan skripsi ini penulis haturkan terima kasih kepada Bapak/Ibu:

1. Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung
2. Dr. Eko Kuswanto, M.Si dan bapak Fredi Ganda Putra, M.Pd selaku ketua jurusan dan sekretaris jurusan Pendidikan Biologi yang telah member motivasi serta kemudahan kepada penulis dalam mengikuti pendidikan.
3. Nurhaida Widiani, M.Biotech selaku pembimbing I, yang telah menyediakan waktu dan bimbingan yang sangat berharga dalam mengarahkan dan memotivasi penulis.
4. Indarto, M.Sc selaku pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktu, pikiran dan nasehat dalam membimbing penulis dengan sabar, arif dan bijaksana.
5. Dosen dan seluruh karyawan di Lingkungan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, yang telah membantu dan memberikan ilmu pengetahuan yang sangat luas kepada penulis.
6. Seluruh dosen, staf dan teknisi UPT Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung yang telah membantu, membimbing dan mensupport penulis selama melakukan riset.

7. Kedua Orang tua yang selama ini senantiasa memberikan dukungan doa, semangat dan materil kepada penulis.
8. Rekan-rekan seperjuangan angkatan 2013, khususnya kelas Biologi E yang telah memotivasi dan memberikan warna serta pelajaran dalam sejarah saya selama perjalanan menjadi mahasiswa UIN Raden Intan Lampung.
9. Sahabat-sahabat terbaikku, Maya Astriani, S.Pd, Ratna Juwita, S.Pd, Yulia Safitri S.Pd dan Yesi Istirokah, S.Pd terimakasih atas semangat, doa dan kebersamaannya selama ini.
10. Saudaraku Retno Dwi Nurfalah, Siti Mubarakah, Septayani, Septiyana, Ad Pratiwi, Aulan Febriani, Bunga Sahal Salsabila, Yeni Mahdalena, dan Munasih. Terimakasih untuk kebersamaan, cinta, kasih sayang, canda tawa, serta nasihat dan semangat yang telah diberikan selama ini.
11. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam rangka penyusunan skripsi.

Penulis sadar bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan dalam penulisan, disebabkan keterbatasan kemampuan ilmu dan teori penelitian yang penulis kuasai. Untuk itu kepada segenap pembaca kiranya dapat memberikan masukan dan saran-saran yang sifatnya membangun. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini kiranya dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis umumnya bagi pembaca.

Bandar Lampung, Januari 2020
Penulis

Salpiyana
NPM. 1311060207

DAFTAR ISI

COVER	i
ABSTRAK.....	ii
PERSETUJUAN	iii
PENGESAHAN	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN	vi
RIWAYAT HIDUP.....	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
 BAB I PENDAHULUAN	
A. LatarBelakangMasalah	1
B. IdentifikasiMasalah	8
C. BatasanMasalah.....	9
D. RumusanMasalah	9
E. TujuanPenelitian.....	10
F. ManfaatPenelitian.....	10
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Limbah	11
B. CangkangTelurAyam.....	13
C. PupukCairOrganik	15
D. Inokulan EM4.....	21
E. Kerangkaberfikir.....	24
 BAB III METODE PENELITIAN	
A. WaktudanTempatPenelitian	25
B. AlatdanBahan	25
C. JenisPenelitian	25

D. Desain Penelitian	25
E. Cara Kerja.....	27
1. Tahap Persiapan	27
2. Tahap Pelaksanaan	28
3. Tahap Pengamatan	29
a. Suhu	29
b. Nilai pH.....	29
c. NPK	29
d. CaO	29
4. Teknik Analisis Data	30
a. Analisis Suhu	31
b. Analisis Nilai pH.....	31
c. Analisis NPK.....	31
d. Analisis CaO	31
5. Alur Kerja Penelitian	32

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian	33
1. Suhu	34
2. pH.....	35
3. Nitrogen (N)	36
4. Fosfor (P).....	38
5. Kalium (K).....	39
6. Kalsium (CaO).....	41
B. Pembahasan	42
1. Penguraian Bahan Organik dan Kualitas Pupuk Cair Organik	42
a. Suhu	42
b. pH	43
2. Kualitas Pupuk Cair Organik.....	44
a. Nitrogen (N)	44
b. Fosfor (P)	46
c. Kalium (K)	48
d. Kalsium (CaO)	49

BAB V KESIMPULAN

A. Kesimpulan.....	51
B. Saran.....	52

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel

1. Komposisi Nutrisi Cangkang Telur	3
2. Kelebihan dan Kekurangan Pupuk Cair Organik	17
3. Standar Kualitas Pupuk Organik Berdasarkan SNI 19-7030-2004	18
4. Perlakuan penggunaan EM4 pada proses pembuatan pupuk cair organik dari cangkang telur ayam	26
5. Tata letak percobaan penggunaan EM4 pada proses pembuatan pupuk cair organik dari cangkang telur ayam	27
6. Hasil Penelitian Pupuk Cair Organik.....	34
7. Keadaan Suhu Rata-rata Selama Proses Penguraian	35



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Cangkang telur ayam	14
Gambar 2. EM4 Pertanian.....	22
Gambar 3. Keadaan pH Rata-rata Selama Proses Penguraian	36
Gambar 4. Kadar N Pada Pupuk Cair Organik	37
Gambar 5. Kadar P Pada Pupuk Cair Organik	38
Gambar 6. Kadar K Pada Pupuk Cair Organik.....	40
Gambar 7. Kadar Cao Pada Pupuk Cair Organik.....	41



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kegiatan perekonomian masyarakat Indonesia saat ini sebagian besar berbasis pada kegiatan usaha pertanian dan industri kecil, yang masih dilakukan secara konvensional. Kota Bandar Lampung termasuk kota berkembang, terdapat banyak industri kue, rumah makan, toko roti, restoran, mie dan martabak telur yang menggunakan telur sebagai bahan bakunya, sehingga terdapat banyak limbah cangkang telur yang tidak dimanfaatkan dan hanya dibuang saja. Secara umum penanganan terhadap limbah dapat dilakukan dengan cara pengurangan sumber, daur ulang, pengolahan dan pembuangan.

Limbah adalah bahan yang terbuang atau dibuang dari satu aktivitas manusia atau proses alami yang belum mempunyai nilai ekonomi, tetapi justru memiliki dampak negatif terhadap lingkungan. Dampak negatif yang dimaksud adalah proses pembuangan dan pembersihannya memerlukan biaya serta efeknya dapat mencemari lingkungan. Limbah dapat juga berasal dari aktivitas manusia seperti limbah industri.¹

Gober Rahayu kue adalah salah satu industri rumahan yang memproduksi beraneka macam kue kering dan juga kue basah yang beralamat di Jl. Bawean 2 No.45, Sukarame, Kota Bandar Lampung. Hampir semua jenis kue yang diproduksi menggunakan telur. Setiap harinya industri tersebut

¹Darmawati. "Efektivitas Berbagai Bioaktivator Terhadap Pembentukan Kompos Dari Limbah Sayur dan Daun". *Jurnal Dinamika Pertanian*, Vol. 30 No. 2. (2015), h. 93.

menggunakan sebanyak kurang lebih 25-30 kg telur ayam. Salah satu limbah yang dihasilkan dari industri pembuatan kue tersebut adalah cangkang telur. Selama ini cangkang telur yang dihasilkan setiap harinya masih dianggap sampah yang tidak bisa dimanfaatkan dan dibuang begitu saja. Jika limbah cangkang telur ini tidak dapat diolah kembali maka dapat menimbulkan pencemaran lingkungan karena pada cangkang telur ini memiliki komposisi utama CaCO_3 yang bisa menyebabkan terjadinya polusi yang disebabkan oleh adanya aktivitas mikroba di lingkungan.²

Limbah cangkang telur digolongkan ke dalam limbah organik. Limbah organik adalah limbah yang dapat dengan mudah terurai menjadi kompos. Oleh karena itu, pengomposan merupakan alternatif yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak negatif diatas, selain itu kompos juga memberi manfaat lain sebagai pupuk pada tumbuhan. Pengomposan adalah proses dimana bahan organik mengalami penguraian secara biologis, khususnya oleh mikroba-mikroba yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi. Pengomposan dapat mengawetkan kelebihan unsur yang terkandung di dalam suatu limbah, seperti unsur Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K).³

Pengolahan cangkang telur dengan cara pengurangan sumber, pengolahan dan pembuangan hanya berguna untuk mengurangi pencemaran lingkungan sedangkan dengan daur ulang cangkang telur tersebut dapat memiliki nilai tambah dalam bidang perekonomian.

² Rahmadina dan Efrida Pima Sari Tambunan, "Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur, Kulit Bawang Dan Daun Kering Melalui Proses Sains Dan Teknologi Sebagai Alternatif Penghasil Produk Yang Ramah Lingkungan". *Jurnal Klorofil*, Vol. 1 No. 1 (2017). h. 49.

³Darmawati, "Efektivitas Berbagai Bioaktivator" ..., h. 94.

Menurut Nurshanti cangkang telur dapat dijadikan pupuk organik. Ratnasari dkk juga berpendapat bahwa cangkang telur berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai pupuk organik karena mengandung unsur hara yang dibutuhkan tanaman seperti kalsium karbonat (CaCO_3), nitrogen, kalium dan fosfat. Cangkang telur mengandung 97% kalsium karbonat serta 3% fosfor dan magnesium, natrium, kalium, seng, mangan, besi dan tembaga.⁴

Menurut penelitian yang dilakukan di IPB, bahan-bahan yang terkandung dalam cangkang telur ayam ras dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1.
Komposisi Nutrisi Cangkang Telur

Bahan- bahan yang terkandung	Jumlah (%)
Bahan Kering (BK)	98,77
Abu	57,06
Protein Kasar (PK)	5,60
Serat Kasar (SK)	8,47
Beta-N	26,46
Calsium (Ca)	19,20
Phosphor (P)	0,39
Tembaga (Cu)	Td
Crom (Cr)	Td
Timbal (Pb)	Td
Magnesium (Mg)	2,501
Zinc (Zn)	0,001
Natrium (Na)	0,084
Besi (Fe)	0,037
Kalium (K)	0,047
Aspartat	0,44
Threonin	0,21
Histidin	0,15
Arginin	0,34
Lysin	0,14
Leusin	0,25
Valin	0,29

⁴Emi, Eka, dan Harmoko. Pengaruh Pupuk Serbuk Cangkang Telur Ayam Ras Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Caisim (*Brassica Juncea* L.). STKI-PGRI Lubuk Linggau, Lubuk Linggau. 2017. h.1.

Tyrosin	0,11
Alanin	0,20
Glisin	0,31
Serin	0,26
Glutamat	0,61

Sumber: Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak IPB (2008)

Berdasarkan tabel di atas, komposisi utama dari cangkang telur adalah kalsium karbonat (CaCO_3) yang merupakan unsur hara penting bagi tumbuhan. Fungsi kalsium bagi tumbuhan adalah menguatkan tanaman, mengeraskan kayu, merangsang pertumbuhan akar, mempertebal dinding sel dan pembentukan biji.

Kalsium karbonat tidak dapat larut dalam air, kecuali dengan menggunakan air panas. Itupun memerlukan waktu yang cukup lama. Kalsium karbonat mampu larut di dalam larutan yang bersifat asam. Oleh sebab itu pada penelitian ini peneliti menggunakan larutan EM4 sebagai inokulan. Karena EM4 merupakan bioaktivator yang bersifat asam.

Pupuk cair organik adalah pupuk yang terbuat dari sisa-sisa makhluk hidup yang diolah melalui proses pembusukan (dekomposisi) oleh bakteri pengurai. Kelebihan pupuk cair organik adalah unsur hara yang terdapat di dalamnya lebih mudah diserap oleh tanaman. Pada umumnya pupuk cair organik tidak merusak tanah dan tanaman meskipun digunakan sesering mungkin. Selain itu pupuk cair organik juga dapat dimanfaatkan sebagai aktivator untuk membuat kompos.

Pupuk cair organik mempunyai beberapa manfaat di antaranya dapat mendorong dan membantu meningkatkan proses pembentukan klorofil daun sehingga mampu meningkatkan kemampuan fotosintesis tanaman dan

penyerapan nitrogen dari udara, dapat meningkatkan vigor tanaman sehingga menjadi kokoh dan kuat, meningkatkan daya tahan tanaman terhadap kekeringan, merangsang pertumbuhan cabang produksi, meningkatkan pembentukan bunga dan bakal buah, mengurangi potensi gugurnya daun, bunga dan bakal buah.

Inokulan mikroorganisme yang berperan mempercepat degradasi sampah organik dalam proses pembuatan pupuk cair organik disebut sebagai biakan atau starter. Inokulan mikroorganisme yang umum digunakan untuk mempercepat proses degradasi pengolahan sampah organik adalah *effective mikroorganism*. Starter tersebut merupakan kultur campuran beberapa mikro organisme seperti bakteri asam laktat, *Actinomyces*, bakteri fotosintetik, dan ragi.⁵

Dalam penelitian ini peneliti akan mencoba melakukan pengolahan cangkang telur ayam menjadi pupuk cair organik dengan menggunakan inokulan yang lebih mudah ditemui yaitu *Effective Microorganism 4* (EM4) dengan kadar dosis tertentu yang diharapkan berperan terhadap kualitas pupuk cair organik yang dihasilkan.

Effective Microorganism (EM4) merupakan kultur campuran dari mikroorganisme yang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman. EM4 yang dikenal saat ini adalah EM4 yang diaplikasikan sebagai inokulan untuk meningkatkan keanekaragaman dan populasi mikroorganisme di dalam tanah dan tanaman, yang selanjutnya dapat meningkatkan kesehatan, pertumbuhan, kuantitas dan kualitas produksi tanaman. EM4 diformulasikan dalam bentuk

⁵Gusti Made Sanjaya. "Biokonversi Sampah Organik Pasar Menjadi Biogas Menggunakan Starter Effective Microorganisms (EM4)". *Jurnal Sains & Matematika* . Vol.1 No.1. (Oktober 2012). h. 17.

cairan dengan warna coklat kekuning-kuningan, berbau asam dengan pH 3,5 mengandung 90% bakteri *Lactobacillus sp.* dan tiga mikroorganisme lainnya, yaitu bakteri fotosintetik, *Streptomyces sp.* dan yeast yang bekerja secara sinergis untuk menyuburkan tanah dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. EM4 memiliki sifat yang cukup unik karena dapat menetralkan bahan organik atau tanah yang bersifat asam maupun basa.⁶

Penelitian yang dilakukan oleh Nurlita Harnafi Mashfufah yang berjudul “Uji Potensi Pupuk Organik dari Bahan Cangkang Telur untuk Pertumbuhan Tanaman Seledri (*Apium graveolens L.*)” dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan konsentrasi atau jumlah serbuk cangkang telur, maka akan menghasilkan tanaman seledri yang lebih berkualitas. Hal ini dikarenakan pada konsentrasi serbuk cangkang telur yang tinggi memiliki kandungan kalsium lebih banyak sehingga pertumbuhan tanaman seledri khususnya tinggi batang, jumlah daun dan biomassa tumbuh dengan baik.⁷

Kemudian dalam penelitian yang dilakukan oleh Marlinda, dengan menggunakan EM4 dan promi sebagai bioaktivator dalam pembuatan pupuk cair organik diketahui bahwa kadar C organik terendah yang diperoleh sebesar 18,0% pada penambahan bioaktivator EM4 2,5 mL.⁸ Sedangkan menurut Darmawati dalam penelitiannya yang berjudul “Efektivitas Berbagai Bioaktivator Terhadap Pembentukan Kompos dari Limbah Sayur dan Daun”,

⁶ N.D. Siswati, H. Theodorus dan P.W. Eko. S., “Kajian Penambahan Effective Microorganisme (EM4) Pada Proses Dekomposisi Limbah Padat Industri Kertas”. *Jurnal Buana Sains*, Vol. 9 No. 1 (2009), h. 63-64.

⁷ Nurlita Harnafi Mashfufah. “Uji Potensi Pupuk Organik dari Bahan Cangkang Telur untuk Pertumbuhan Tanaman Seledri (*Apium graveolens L.*)”. (Skripsi Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2014). h. 1.

⁸ Marlinda. “Pengaruh Penambahan Bioaktivator EM4 dan Promi dalam Pembuatan Pupuk Cair Organik dari Sampah Rumah Tangga”. *Jurnal Konversi*. Vol. 4 No. 2. (Oktober 2015). h. 4.

bahwa EM4 merupakan bioaktivator terbaik dalam menghasilkan hasil ratio C/N terendah, sehingga paling baik sebagai pupuk kompos bagi tanaman. Sedangkan dalam penelitian yang dilakukan oleh damayanti sinaga, dengan menggunakan biosca diketahui bahwa dosis suatu inokulan dapat mempengaruhi kualitas pupuk cair organik dengan waktu optimal 7 hari fermentasi.⁹

Kemudian dalam penelitian lain yang dilakukan oleh Priyantini dan Lisdiana, “Efektivitas Proses Pengomposan Sampah Daun dengan Tiga Sumber Aktivator Berbeda”, pada penelitian tersebut menggunakan EM4, MOL limbah jeruk dan MOL limbah sayuran. Pada hasil penelitian tersebut terjadi perubahan suhu, kelembaban dan pH selama proses pengomposan menghasilkan penyusutan paling tinggi pada kompos dengan pemakaian EM4 (39.3%), diikuti MOL limbah sayuran (31,6%) dan MOL limbah kulit jeruk (29.8%). Selama tiga minggu pengomposan dihasilkan penyusutan C/N rasio kompos dengan EM4. Limbah sayur dan limbah kulit jeruk berturut-turut sebesar 14.73, 17.62 dan 16.54 dengan kriteria yang sesuai dengan SNI No. 19-70302004.¹⁰

Al-Quran telah menjelaskan mengenai ayat-ayat yang berisi bahwa tidak semua sampah terbuang sia-sia, melainkan dapat digunakan sebagai bahan pembuatan pupuk organik yang mampu menambah pasokan hara tanah. Allah SWT berfirman dalam Q.S Ali Imron ayat 191:

⁹ Darmawati, Darmawati, “Efektivitas Berbagai Bioaktivator” ..., h. 93.

¹⁰ Priyantini widianingrum dan Lisdiana. Efektivitas Proses pengomposan Sampah Daun dengan Tiga Sumber Aktivator Berbeda”. *Jurnal Rekayasa*. Vol. 13 No. 2. (Desember 2015) h. 107.

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ
وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya: (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk, atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia; Maha suci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka.”¹¹

Dari ayat diatas dijelaskan bahwa tidak sekali-kali Allah menciptakan dengan sia-sia melainkan secara baik dan benar agar manusia dapat memikirkan segala sesuatu yang telah Allah ciptakan untuk mempelajarinya.

Kegiatan penelitian ini merupakan salah satu contoh bentuk perenungan diri dalam mempelajari tentang limbah industri dan juga sampah rumah tangga. Karena selama ini sampah masih dianggap sebagai suatu yang tidak memiliki manfaat dan berdampak negatif terhadap lingkungan atau alam sekitar. Namun dengan dilakukannya penelitian ini dapat membuktikan bahwa sampah masih dapat dimanfaatkan.

Berdasarkan hal tersebut maka dianggap penting bagi peneliti untuk mengadakan penelitian “ STUDI PROSES PENGOLAHAN CANGKANG TELUR AYAM MENJADI PUPUK CAIR ORGANIK DENGAN MENGGUNAKAN EM4 SEBAGAI INOKULAN”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka dapat diidentifikasi masalah-masalah sebagai berikut:

¹¹ Departemen Agama RI. Al-Qur'an dan Terjemahannya. Diponorogo: Semarang. h. 59.

1. Meningkatnya jumlah industri pembuatan makanan yang menggunakan telur sebagai bahan baku yang mengakibatkan meningkatnya limbah cangkang telur.
2. Cangkang telur ayam tidak dimanfaatkan secara optimal baik oleh pelaku industri maupun oleh petani.
3. Belum diketahui besar dosis pemberian EM4 yang menghasilkan kandungan suhu, pH, CaO dan NPK yang sesuai dengan SNI dalam pembuatan pupuk cair organik dengan bahan baku cangkang telur ayam.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas peneliti membatasi masalah sebagai berikut:

1. Cangkang telur ayam yang dimanfaatkan untuk pembuatan pupuk cair organik diperoleh dari limbah industri pembuatan kue di daerah Kec. Sukarame, Bandar Lampung.
2. Inokulan yang digunakan dalam pembuatan pupuk cair organik adalah EM4 pertanian (tanaman). Variasi konsentrasi dalam pembuatan pupuk cair organik adalah 10%, 20%, dan 30% (v/v).

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas, maka penulis dapat merumuskan masalah sebagai berikut:

Berapa konsentrasi EM4 optimum yang menghasilkan unsur hara sesuai SNI dalam pengolahan cangkang telur ayam menjadi pupuk cair organik?

E. Tujuan Penelitian

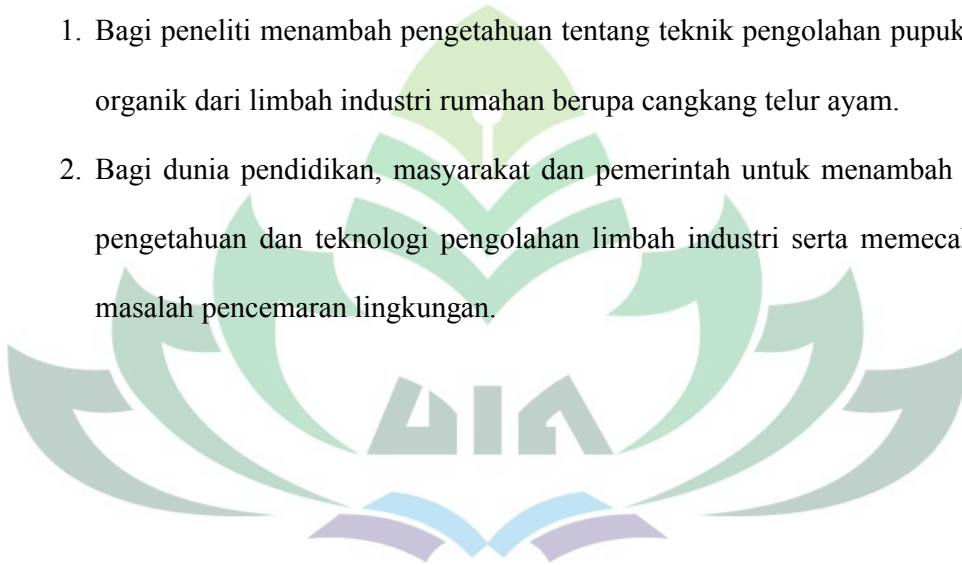
Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

Mengetahui berapa dosis pemberian EM4 yang menghasilkan unsur hara sesuai SNI dalam pembuatan pupuk cair organik dengan bahan baku cangkang telur ayam.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi peneliti menambah pengetahuan tentang teknik pengolahan pupuk cair organik dari limbah industri rumahan berupa cangkang telur ayam.
2. Bagi dunia pendidikan, masyarakat dan pemerintah untuk menambah ilmu pengetahuan dan teknologi pengolahan limbah industri serta memecahkan masalah pencemaran lingkungan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Limbah

Limbah adalah bahan yang terbuang atau dibuang dari suatu aktivitas manusia atau proses alami yang belum mempunyai nilai ekonomi, tetapi justru memiliki dampak negatif terhadap lingkungan. Dampak negatif yang dimaksud adalah proses pembuangan dan pembersihannya memerlukan biaya atau efeknya dapat mencemari lingkungan. Limbah dapat berasal dari aktifitas manusia seperti limbah rumah tangga, misalnya cangkang telur ayam.

Limbah tersebut digolongkan kedalam limbah organik. Limbah organik dapat dengan mudah terurai menjadi kompos. Oleh karena itu pengomposan merupakan alternatif penanganan yang tepat untuk mengurangi dampak negatif diatas, selain itu kompos juga memberi manfaat lain sebagai pupuk pada tanaman.¹

Limbah dapat dikatakan memiliki nilai ekonomi negatif karena untuk menanganinya memerlukan biaya yang cukup besar. Di samping itu juga limbah dapat mencemari lingkungan. Terjadinya pencemaran pada lingkungan merupakan salah satu dampak yang dapat menimbulkan terjadinya pemanasan global. Hal ini sangat berbahaya bagi kehidupan makhluk hidup yang ada di bumi ini. Pencemaran lingkungan ini dapat merusak kehidupan di tanah, di air dan udara. Kondisi lingkungan yang sudah tercemar akan sulit mengembalikan kesegarannya jika sudah terlalu berbahaya bahkan kandungan zat kimia yang

¹ Darmawati, "Efektivitas Berbagai Bioaktivator Terhadap Pembentukan Kompos Dari Limbah Sayur dan Daun", *Jurnal Dinamika Pertanian*, Vol. 30 No. 2. (2015), h. 93.

ada di dalamnya membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mengembalikannya.²

Oleh sebab itu, pencemaran ini dapat diatasi melalui pengolahan limbah yang ada di sekitarnya, dengan harapan limbah tersebut bukan hanya dapat menjaga kelestarian lingkungan tetapi juga memiliki hasil produksi yang bernilai jual dan saing yang cukup dengan berpedoman pada produk yang ramah lingkungan. Proses yang dilakukan dalam menjaga kelestarian ini dimulai dari diri sendiri terlebih dahulu dalam hal pemahaman terhadap ekosistem pada lingkungan, dengan adanya pemahaman yang baik dan juga kesadaran dapat membuat kelestarian lingkungan akan tetap terjaga dan terhindar dari perubahan pada lingkungan karena perubahan yang terjadi pada lingkungan ini dapat juga mempengaruhi kehidupan sosial masyarakatnya serta pola hidupnya.

Polusi yang terjadi pada lingkungan juga dapat mempengaruhi pertumbuhan pada tanaman khususnya dalam hal fisiologinya dan ini dapat menimbulkan terjadinya kerusakan atau kegagalan dalam pertumbuhannya. Pengolahan-pengolahan terhadap limbah lingkungan ini dapat dilakukan melalui suatu proses yang bersifat sains dan teknologi sehingga pengolahan limbah ini dapat diolah dengan mudah dan cepat serta dapat meningkatkan hasil produk yang berkualitas baik. Hasil olahan ini salah satunya dapat dijadikan suatu pupuk organik yang bermanfaat bagi kehidupan. Bahan - bahan organik yang terdiri dari senyawa-senyawa yang meliputi karbohidrat, lemak,

² Rahmadinadan Efrida Pima Sari Tambunan, "Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur, Kulit Bawang Dan Daun Kering Melalui Proses Sains Dan Teknologi Sebagai Alternatif Penghasil Produk Yang Ramah Lingkungan", *Jurnal Klorofil*, Vol. 1 No. 1 (2017). h. 50.

dan protein dapat diuraikan oleh mikroba melalui proses dekomposisi. Proses dekomposisi diawali dengan adaptasi mikroorganisme terhadap lingkungan dan membentuk koloni dalam tumpukan sampah yang sedang diproses untuk menjadi suatu pupuk.³

Pengolahan limbah menjadi suatu pupuk organik, diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif dapat meningkatkan kesuburan tanaman dan juga kelestarian lingkungan. Limbah dibedakan menjadi tiga bentuk, yaitu limbah cair, limbah gas dan juga limbah padat.

B. Cangkang Telur Ayam

Telur terdiri atas tiga komponen pokok, yaitu kulit telur atau cangkang (kira-kira 11% dari berat total telur), putih telur (kira-kira 57% dari berat total) kuning telur (kira-kira 32% dari berat total telur). Kulit telur merupakan lapisan luar dari telur yang berfungsi untuk melindungi semua bagian telur dari luka atau kerusakan. Komposisi utama dari cangkang telur adalah kalsit, yaitu bentuk kristalin dari 94% kalsium karbonat, 1% kalsium fosfor, 4% zat-zat organik dan 1% magnesium karbonat.

Komposisi kimia dari kulit telur terdiri dari 1,71% protein, 0,36% lemak, 0,93% air, 16,21% serat kasar, 71,34% abu. Serbuk kulit telur ayam mengandung sebesar $\pm 7,2$ g atau sekitar 39% kalsium, dalam bentuk kalsium karbonat. Terdapat pula strontium sebesar ± 161 μg , zat beracun seperti pb, Al, Cd, dan hg, begitu pula dengan B, Fe, Zn, P, Mg, N, F, Se, Cu dan Cr.⁴

³ *Ibid*, h. 51.

⁴ Aslinawati, "Aplikasi Pupuk Cair Dari Cangkang Telur Dengan Aktifator Mikroorganisme Lokal Terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Kakao". (Skripsi Program Studi Budidaya Tanaman Perkebunan Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Samarinda, 2011), h. 12.

Cangkang berperan sebagai benteng utama yang melindungi isi telur. Selama telur ada di uterus terjadi penambahan pigmen pada cangkang yang berfungsi sebagai pemberi warna kulit telur menjadi putih, kecoklatan, kehijauan atau bintik-bintik hitam. Pigmen telur ini berasal dari pigmen darah hemoglobin. Pembentukan bagian telur ayam dipengaruhi dari makanan yang dimakan oleh induknya. Pertama pembungkusan telur yang dikenal dengan sebutan cangkang telur. Cangkang telur ini membutuhkan kalsium dan posfor juga vitamin D dalam pembentukannya. Kekurangan akan mineral dan vitamin akan menyebabkan abnormalitas pada induk, anak dan telur.⁵ Struktur kulit telur sebagian besar tersusun oleh zat kapur yaitu kalsium karbonat. Salah satu sifat kalsium karbonat adalah dapat larut dalam asam walaupun tergolong dalam asam lemah salah satunya adalah asam cuka.⁶



Gambar 1. Cangkang telur ayam

⁵ Jaso Parson P. A. G. Sitous, "Pemanfaatan Pemberian Tepung Cangkang Telur Ayam Ras dalam Ransum terhadap Performans Burung Puyuh (*Cortunix-Cortunix Japonica*) Umur 0-40 Hari". (Skripsi Universitas Sumatera Utara, Medan, 2009). h. 13.

⁶ Warsy, Sitti Chadijah dan Waode Rustiah, "Optimalisasi Kalsium Karbonat Dari Cangkang Telur Untuk Produksi Pasta Komposit". *Jurnal Al-Kimia*, Vol. 4 No. 2 (2016), h. 86.

Bila dilihat dengan menggunakan mikroskop maka kulit telur ayam terdiri dari 4 lapisan yaitu:

1. Lapisan Kultikular

Lapisan kultikular merupakan protein transparan yang melapisi permukaan kulit telur. Lapisan ini melapisi pori-pori pada kulit telur, tetapi sifatnya masih dapat melalui gas sehingga keluarnya uap dan gas CO₂ masih dapat terjadi.

2. Lapisan Busa

Lapisan ini merupakan bagian terbesar dari lapisan kulit telur. Lapisan ini terbentuk dari protein dan lapisan kapur yang terdiri dari kalsium karbonat, kalsium fosfat, magnesium karbonat dan magnesium fosfat.

3. Lapisan mamillary

Lapisan ini merupakan lapisan ketiga dari kulit telur yang terdiri dari lapisan yang berbentuk kerucut dengan penampang bulat atau lonjong. Lapisan ini sangat tipis dan terdiri atas anyaman protein dan mineral.

4. Lapisan membran

Yaitu bagian lapisan kulit telur yang terletak paling dalam. Terdiri dari dua lapisan selaput yang menyelubungi seluruh isi telur. Lapisan ini memiliki ketebalan lebih kurang 65 mikron.⁷

C. Pupuk Cair Organik

Pupuk dapat diartikan sebagai bahan-bahan yang diberikan pada tanah agar dapat menambah unsur hara atau zat makanan yang diperlukan tanah, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pupuk organik mempunyai kandungan unsur terutama yaitu N, P, dan K.

⁷ Aslinawati, "Aplikasi Pupuk Cair",h. 15.

Pupuk organik adalah pupuk yang terbuat dari bahan organik atau makhluk hidup yang sudah mati. Bahan organik tersebut akan mengalami proses pembusukan oleh mikroorganisme sehingga sifat fisiknya akan berbeda dari semula. Pupuk organik juga termasuk pupuk majemuk lengkap karena kandungan unsur hara yang tersedia lebih dari satu unsur dan mengandung unsur mikro. Berdasarkan cara pembuatannya pupuk organik terbagi menjadi dua kelompok yaitu pupuk organik alami dan pupuk organik buatan. Jenis pupuk yang tergolong dalam kelompok pupuk organik alami bebar-benar langsung diambil dari alam, seperti sisa hewan, tumbuhan, tanah tanpa sentuhan teknologi, seperti pupuk kandang, kompos, pupuk hijau dan pupuk burung.

Pupuk organik buatan untuk memenuhi kebutuhan pupuk bagi tanaman yang bersifat alami atau non kimia, berkualitas baik, dengan bentuk, ukuran, dan kemasan yang praktis, mudah didapat, didistribusikan dan diaplikasikan, serta kandungan hara yang lengkap dan sesuai ukuran.⁸

Berdasarkan bentuknya, ada dua jenis pupuk organik yang beredar di pasaran, yaitu pupuk organik padat dan pupuk organik cair. Pupuk organik padat merupakan pupuk organik yang berbentuk padat. Pengaplikasiannya dengan cara ditaburkan atau ditanamkan dalam tanah. Sementara pupuk cair organik merupakan pupuk organik berbentuk cairan. Pengaplikasian pupuk cair organik umumnya disemprot ke daun dengan menggunakan sprayer.

Pupuk organik adalah pupuk yang terbuat dari sisa-sisa makhluk hidup yang diolah melalui proses pembusukan (dekomposisi) oleh bakteri pengurai. Contohnya pupuk kompos dan pupuk kandang. Pupuk kompos berasal dari

⁸Jaso Parson P. A. G. Sitous, "Pemanfaatan Pemberian Tepung"...., h. 14.

sisa-sisa tanaman dan pupuk kandang berasal dari kotoran ternak. Pupuk organik mempunyai kandungan unsur hara yang lengkap, tetapi jumlah tiap jenis unsur hara tersebut rendah. Sesuai dengan namanya, kandungan bahan organik termasuk tinggi.⁹

Pupuk cair organik merupakan salah satu jenis pupuk yang banyak beredar di pasar. Nutrisi pupuk cair organik juga bervariasi tergantung dari bahan dasarnya. Namun sebagaimana fungsinya pupuk organik sudah mengandung nutrisi-nutrisi yang penting untuk pertumbuhan dan peningkatan produktivitas tanaman.¹⁰

Tabel 2.
Kelebihan dan Kekurangan Pupuk Cair Organik

No.	Kelebihan	Kekurangan
1.	Merupakan pupuk dasar tanaman, karena memiliki kandungan hara yang lengkap.	Viabilitas (daya hidup) mikroorganisme yang terkandung sangat rendah.
2.	Dapat diserap langsung oleh daun untuk fotosintesis.	Populasi mikroorganisme yang rendah.
3.	Lebih mudah di aplikasikan dan ekonomis.	Nutrisi yang terkandung sangat rendah, umumnya nutrisi yang ada berupa tambahan seperti Urea dan NPK.
4.	Mampu meningkatkan kapasitas tukat tanah (KTK).	Mikroorganisme didalamnya mudah sekali berkurang dan bahkan mati.
5.	Dapat membantu dalam proses pelapukan bahan mineral.	Memiliki tingkat kontaminasi sangat tinggi.
6.	Meningkatkan ketersediaan unsur hara.	Seringkali menghasilkan gas dan bau tidak sedap.
7.	Menjadikan sumber bahan makanan bagi mikroorganisme tanah, seperti bakteri, fungi yang menguntungkan.	Tidak tahan lama (kurang dari satu tahun).
8.	Meningkatkan pengikatan antar partikel.	Hasil yang digunakan dalam pembuatan tidak langsung diproduksi secara masal.

⁹ Widya Norhayani, "Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Limbah Cair Tempe (*Glycine max L.*)". (Skripsi Program Studi Manajemen Lingkungan Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Samarinda, 2012), h. 18.

¹⁰ Puspita Lidyani, *Sukses Membuat Pupuk Cair*, (Jakarta: Bentara Cipta Prima, 2011), h. 53.

Tabel 3.
Standar Kualitas Pupuk Organik Berdasarkan SNI 19-7030-2004

No	Parameter	Standar
1	Total N	> 40%
2	Total C organik	> 4 %
3	P ₂ O ₅	> 0,10%
4	K ₂ O	> 0,20%
5	pH	4-8

Sumber: Badan Standarisasi Nasional SNI 19-7030-2004

Berdasarkan yang tertulis pada Standar Kualitas Pupuk Organik Berdasarkan SNI 19-7030-2004, pada pupuk organik cair unsur makro utama yang dibutuhkan tanaman tertera N > 4%, P > 0,10%, dan K > 0,20%.

1. Nitrogen

Nitrogen merupakan unsur penyusun yang penting dalam sintesa protein. Jenis nitrogen di air meliputi nitrogen organik, amonia, nitrit, dan nitrat. Sebagian besar dari nitrogen total dalam air dapat terikat sebagai nitrogen organik. Nitrogen berperan dalam merangsang pembentukan anakan. Penyerapan tanaman terhadap limbah lebih cepat jika dibandingkan dengan penyerapan tanah terhadap pupuk. Karena limbah cair dalam bentuk larutan lebih cepat diserap oleh tanaman.

Peranan utama nitrogen bagi tanaman adalah untuk merangsang keseluruhan, khususnya batang, cabang, dan tunas. Nitrogen berperan penting dalam pembentukan hijau daun yang berguna dalam proses fotosintesis. Selain itu, nitrogen bermanfaat dalam pembentukan protein, lemak, dan berbagai persenyawaan organik lainnya. Perlu diketahui, sekitar 78 % volume udara terdiri dari nitrogen.¹¹

¹¹ Solpiati, "Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair NASA Terhadap Pertumbuhan Tanaman Buah Naga Suuper Red (*Hylocereus costaricensis*)". (Skripsi Program Studi Budidaya Tanaman Perkebunan Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Samarinda, 2013), h. 26.

2. Fosfor

Fosfor merupakan bagian dari protoplasma dan inti sel, sebagai bagian dari inti sel sangat penting dalam pembelahan sel, demikian pula bagi perkembangan jaringan meristem. Fosfor diambil tanaman dalam bentuk H_2PO_4^- dan HPO_4^{2-} , secara umum fungsi dalam tanah dapat dinyatakan sebagai berikut:

- a. Dapat mempercepat pertumbuhan akar semai
- b. Dapat mempercepat dan memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi tanaman dewasa pada umumnya
- c. Dapat mempercepat pembuangan dan pemasakan buah, biji, atau gabah
- d. Dapat meningkatkan produksi biji-bijian, fosfor juga sebagai penyusun lemak dan protein. Di dalam tanah fungsi P terhadap tanaman adalah sebagai zat pembangun dan terikat dalam senyawa-senyawa organik.

3. Kalium

Kalium diserap dalam bentuk K^+ (terutama pada tanaman muda). Kalium banyak didapat dalam jaringan muda, pada sel tanaman zat ini berperan sebagai ion di dalam cairan sel dan keadaan demikian akan menjadi bagian yang penting dalam melaksanakan turgor yang disebabkan oleh tekanan osmosis. Berdasarkan ketersediaan kalium bagi tanaman kalium dibedakan menjadi K tidak tersedia (K dalam batuan mineral), K lambat tersedia (K yang tidak dapat ditukarkan), dan K tersedia (K yang dapat ditukarkan dan K dalam larutan tanah). K yang dapat dipertukarkan adalah K dalam bentuk organik.

Peran kalium:

- a. Pembentukan protein dan karbohidrat
- b. Pengerasan bagian kayu dari tanaman
- c. Meningkatkan resistensi tanaman terhadap penyakit
- d. Meningkatkan kualitas biji dan buah

4. CaO

Kalsium merupakan nutrisi sekunder yang biasanya banyak terdapat dalam tanah, namun di beberapa tempat dengan tanah yang asam diperlukan tambahan kalsium dan magnesim untuk menetralkan keasaman. Di dalam tanah, kalsium selain berasal dari bahan kapur dan pupuk yang ditambahkan juga dapat didapatkan dari batuan dan mineral pembentukan tanah. Kalsium merupakan salah satu kation utama pada kompleks pertukaran, sehingga bisa dihubungkan dengan masalah kemasaman tanah dan pengapuran, karena merupakan kation yang paling cocok untuk mengurangi kemasaman atau menaikan pH tanah.¹²

Kalsium berfungsi menetralsir kejenuhan zat-zat yang meracuni tanah, tanaman, meningkatkan efektifitas dan efisiensi penyerapan zat-zat hara yang sudah ada, menjaga tingkat ketersediaan hara mikro sesuai kebutuhan tanaman. Artinya dengan kalsium (CaO) dan magnesium (MgO) yang cukup hara mikropun memadai, memperbaiki porositas tanah, struktur serta aerasi tanah sekaligus bermanfaat bagi microbiologi dan kimiawi tanah sehingga tanah menjadi gembur, sirkulasi udara dalam tanah lancar dan menjadikan akar semai bebas bergerak menghisap unsur hara dari tanah.¹³

¹² Zakiah Zulfetri S., Amiruddin k., Musdalifah N., “Pengaruh Serbuk Canngkang Telur Ayam Terhadap Tinggi Tanaman Kamboja Jepang (*Adenium obesum*)”, *e-Jipbiol*, Vol. 3: 9-15, Juni (2014), h. 13.

¹³ Ayub S. Parnata, *Pupuk Organik Cair Aplikasi dan Manfaatnya* (Depok: Agromedia Pustaka, 2004), h. 98.

Berdasarkan hasil yang telah didapat dalam pengukuran kondisi keasaman atau kebasaaan (pH) tanah terjadi peningkatan pH yang berbeda pada setiap perlakuan. Hal ini membuktikan bahwa pemberian kalsium dapat menaikkan kadar pH tanah, dari tingkat keasaman yang tinggi menjadi rendah bahkan ketingkat normat atau basa. Kadar keasaman tanah yang tinggi disebabkan karena kurangnya unsur kalsium yang tersedia di dalam tanah.¹⁴

D. Inokulan EM4

Setiap zat atau bahan yang dapat membantu penguraian bahan organik disebut sebagai inokulan. Inokulan mempengaruhi proses penguraian bahan organik melalui dua cara, cara pertama yaitu menginokulasi strain mikroorganisme yang efektif dalam menghancurkan bahan organik (pada aktivator organik). Kedua yaitu meningkatkan kadar nutrisi makanan bagi mikroorganisme tersebut. Inokulan terdiri dari aktivitas organik alami seperti pupuk kandang, fungi, serta tanah yang kaya humus dan inokulan buatan seperti EM4, inokulan kimia seperti asam asetat, ammonium sulfat, urea dan amoniak.

¹⁴ Zakiah Zulfitri S., Amiruddin k., Musdalifah N., Pengaruh Serbuk, h. 13.



Gambar 2. EM4 Pertanian

EM4 (*Effective Microorganism 4*) adalah teknologi fermentasi yang dikembangkan pertama kali oleh Prof. Dr. Teruo Higa dari University Of The Ryukyus, Okinawa Jepang sejak tahun 1980. EM4 merupakan kultur campuran dari beberapa mikroorganisme yang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman. Mikroorganisme alami yang terdapat dalam EM4 bersifat fermentasi terdiri dari lima kelompok mikroorganisme yaitu bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas sp.*), jamur fermentasi (*Sacharomyces sp.*), bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp.*), dan *Actinomycetes*.¹⁵

EM4 merupakan biofertilizer yang diaplikasikan sebagai inokulan untuk meningkatkan keragaman dan populasi mikroorganisme di dalam tanah. EM4 mampu mempercepat dekomposisi limbah dan sampah organik, meningkatkan ketersediaan nutrisi dan menekan aktivitas mikroorganisme patogen.

¹⁵ N.D. Siswati, H. Theodorus dan P.W. Eko. S., "Kajian Penambahan Effective Microorganism (EM4) Pada Proses Dekomposisi Limbah Padat Industri Kertas". *Jurnal Buana Sains*, Vol. 9 No. 1 (2009), h. 63-64.

Bakteri fotosintetik merupakan bakteri yang dapat mensintetis senyawa nitrogen dan gula. Jamur fermentasi berfungsi untuk menguraikan bahan organik menjadi senyawa-senyawa organik sederhana (dalam bentuk alkohol, gula dan asam amino) yang siap diserap oleh perakaran tanaman. Bakteri asam laktat terutama golongan *Lactobacillus* sp., berfungsi untuk menguraikan bahan organik menjadi senyawa-senyawa asam laktat yang dapat diserap oleh tanaman. *Actinomyces* merupakan bakteri yang tumbuh dalam bentuk miselium (filament berbentuk jaringan benang). *Actinomyces* berfungsi mengambil asam amino dan zat yang dihasilkan oleh jamur fermentatif dan mengubahnya menjadi antibiotik yang bersifat toksik terhadap patogen atau penyakit serta dapat melarutkan ion-ion fosfat dan ion-ion mikro lainnya. *Streptomyces* sp., menghasilkan enzim streptomisin yang berguna bagi tanaman.

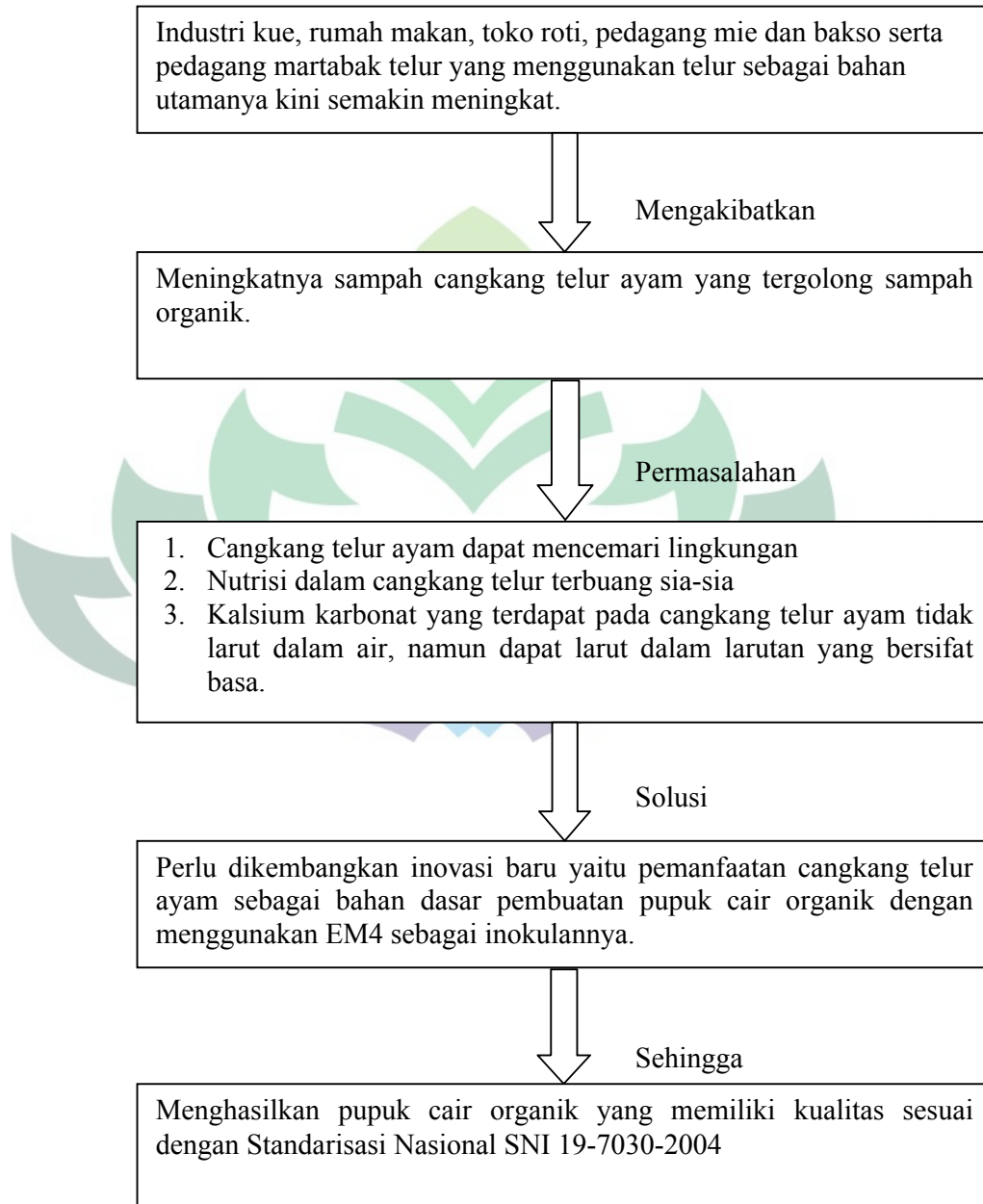
Manfaat EM4:

1. Mempebaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah
2. Mempercepat proses fermentasi pada pembuatan pupuk organik
3. Meningkatkan ketersediaan nutrisi tanaman, serta menekan aktivitas mikroorganisme patogen
4. Meningkatkan dan juga menstabilkan produksi tanaman
5. Dapat mengurangi pupuk kimia dan pestisida
6. Dapat digunakan untuk semua jenis tanaman dan tanah.¹⁶

¹⁶ Darmawati, "Efektivitas Berbagai Bioaktivator",h. 94.

E. Kerangka Berfikir

Kerangka berfikir pemberian EM4 yang menghasilkan kandungan unsur hara sesuai SNI dalam pengolahan cangkang telur ayam menjadi pupuk cair organik disajikan dalam bagai berikut:



BAB III METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2019.

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah botol bertutup, blender, gelas ukur, spatula, saringan/pengayak dengan ukuran 100 mesh, timbangan, termometer, dan pH meter. Sedangkan bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkang telur ayam, EM4 dan aquades

C. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen, yaitu penelitian yang dilakukan untuk mengetahui konsentrasi EM4 optimum yang menghasilkan kandungan nutrisi sesuai SNI dalam pembuatan pupuk cair organik dengan bahan baku cangkang telur ayam.

D. Desain Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan rancangan penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan yaitu D1 (10%) untuk perlakuan dengan menggunakan EM4 10 mL, D2 (20%) 20 mL dan D3 (30%) 30 mL. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 kali pengulangan. Pada proses pembuatan pupuk cair organik dari cangkang telur ayam dilakukan dengan beberapa tahapan. Yang pertama yaitu tahap persiapan, dimana peneliti

menyiapkan semua alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian. Tahap kedua yaitu pelaksanaan, pada tahap ini peneliti mulai melakukan proses pembuatan pupuk cair organik dari cangkang telur ayam dengan menggunakan EM4 sebagai inokulannya. Kemudian yang terakhir yaitu tahap pengamatan, yaitu tahap dimana peneliti melakukan pengamatan serta pengujian kandungan terhadap sampel. Parameter yang diamati meliputi suhu, derajat keasaman (pH), NPK, dan juga kandungan kalsium (Ca).

Pembuatan pupuk cair organik dilakukan melalui proses penguraian secara anaerob. Dalam proses fermentasi menghasilkan pupuk cair organik, dengan menambahkan inokulan EM4 yang bervariasi.

Variasi dosis EM4:

D1= 10% v/v = 10 mL

D2= 20% v/v = 20 mL

D3= 30% v/v = 30 mL

Tabel 4.
Perlakuan Penggunaan EM4 pada Proses Pembuatan Pupuk Cair Organik Dari Cangkang Telur Ayam

Perlakuan	Ulangan			
	I	II	III	IV
D1 (10%)	D1.1	D1.2	D1.3	D1.4
D2 (20%)	D2.1	D2.2	D2.3	D2.4
D3 (30%)	D3.1	D3.2	D3.3	D3.4

Dari tabel di atas dapat dilakukan pemetaan dengan teknik acak lengkap. Metode ini dilakukan menggunakan 12 gulungan kertas yang diberi label dan dimasukkan kedalam gelas undian, kemudian gulungan kertas dikeluarkan satu persatu dari gelas undian yang telah dibuat. Hasil dari undian tersebut ditulis pada tabel yang terdiri atas 3 kolom dan memiliki jumlah baris

4. Kertas undian yang pertama keluar dari gelas undian dituliskan dibaris pertama kolom pertama, kemudian undian kertas kedua dituliskan dibaris pertama kolom kedua dan berikutnya hingga gulungan kertas habis dan di dapatkan tata letak sesuai percobaan.

Tabel 5.
Tata letak percobaan penggunaan EM4 pada proses pembuatan pupuk cair organik dari cangkang telur ayam

D2.3	D3.3	D1.2	D2.2
D3.4	D1.4	D3.1	D3.2
D1.1	D2.1	D2.4	D1.3

E. Cara Kerja

1. Tahap Persiapan

Pada tahap ini peneliti menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian. Bahan yang diperlukan pada penelitian ini adalah cangkang telur ayam yang diperoleh dari salah satu industri rumahan yang memproduksi beraneka macam kue kering dan juga kue basah yang beralamat di Jl. Bawean 2 No. 45, Kecamatan Sukarame, air dan EM4 sebagai inokulan. Adapun alat yang digunakan dalam proses pembuatan pupuk cair organik yang berbahan baku cangkang telur ayam ini adalah blender, pengayak, timbangan, wadah tertutup/botol, serta termometer dan pH meter .

Cangkang telur yang akan digunakan dicuci terlebih dahulu dengan air kemudian dipisahkan dari membran bagian dalam dan dijemur selama satu hari dengan sinar matahari. Cangkang telur ayam yang sudah kering kemudian di haluskan dengan menggunakan blender hingga menjadi serbuk cangkang telur kemudian diayak dengan ukuran 100 mesh.

Peneliti menyiapkan volume total sebanyak 240 gram bubuk cangkang telur yang sudah dihaluskan, dengan 3 perlakuan dan 4 kali pengulangan. Pada setiap perlakuan diperlukan serbuk cangkang telur ayam sebanyak 20 gram.¹

2. Tahap Pelaksanaan

Pembuatan pupuk cair organik dilakukan dengan menggunakan botol tertutup. Tahap pertama yaitu melarutkan 20 gram bubuk cangkang telur dengan EM4 dengan variasi dosis yang berbeda. Setelah itu masing-masing larutan tersebut ditambahkan aquades dengan jumlah takaran yang berbeda hingga menghasilkan 100% (100 mL) larutan.

- a. 20 gram bubuk cangkang telur dilarutkan dengan EM4 cair 10% (10 mL) kemudian ditambah dengan aquades sebanyak 90 mL.
- b. 20 gram bubuk cangkang telur dilarutkan dengan EM4 cair 20% (20 mL) kemudian ditambah dengan aquades sebanyak 80 mL.
- c. 20 gram bubuk cangkang telur dilarutkan dengan EM4 cair 30% (30 mL). kemudian ditambah dengan aquades sebanyak 70 mL.

Masing masing perlakuan di atas diulang sebanyak empat kali pengulangan dan dibiarkan terurai selama 7 hari dalam wadah tertutup pada suhu ruangan (27°-29°C).² Selama proses penguraian berlangsung, setiap hari dilakukan pembukaan tutup untuk aerasi dan juga membebaskan gas yang diproduksi selama proses berlangsung.

¹ Yulya fitria. *Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Limbah Cair Industri Perikanan dengan Menggunakan Asam Asetat dan EM4*. IPB. Bogor. 2008. h. 4.

² Aslinawati. "Aplikasi Pupuk Cair Dari Cangkang Telur Dengan Aktifator Mikroorganisme Lokal Terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Kakao." (Skripsi Program Studi Budidaya Tanaman Perkebunan Politeknik Pertanian Negeri Samarinda. Samarinda. 2011). h. 12.

3. Tahap Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan meliputi suhu, derajat keasaman (pH), CaO dan juga kandungan NPK. Nilai pH dan suhu selama penguraian bahan organik diukur menggunakan pH meter dan termometer setiap hari, sedangkan CaO serta NPK akan dilakukan pengamatan di Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung pada hari ke-7.

a. Suhu

Keadaan suhu selama proses penguraian diukur setiap hari dengan menggunakan termometer. Pengamatan dilakukan di Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung.

b. Nilai pH

Nilai pH selama proses penguraian diukur dengan menggunakan pH meter. Pengamatan dilakukan di Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung.

c. NPK

Nilai nitrogen (N) dianalisis dengan menggunakan metode Kjeldahl, sedangkan untuk nilai fosfor (P) dan kalium (K) dianalisis dengan menggunakan metode MPAES yang dilakukan di Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung

d. CaO

Analisis CaO dilakukan dengan metode MPAES yang dilakukan di Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung.

4. Teknik Analisi Data

Untuk mengetahui ada pengaruh varian dosis EM4 terhadap kualitas pupuk cair organik, maka analisis data yang dilakukan menggunakan uji Analysis of Variance (ANOVA) menggunakan SPSS 20.0. Jika F hitung > F tabel maka dilanjutkan dengan Uji Dunca Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5%. Parameter yang dianalisis menggunakan ANOVA yaitu kandungan nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K) dan kalsium Oksida (CaO).

Rumus uji Analysis of Variance (ANOVA):

$$\text{Jumlah Kuadrat Total} = JKT = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n x_{ij}^2 - \frac{T_{..}^2}{nk}$$

$$\text{Jumlah Kuadrat Perlakuan} = JKP = \frac{\sum_{i=1}^k T_{i.}^2}{n} - \frac{T_{..}^2}{nk}$$

$$\text{Jumlah Kuadrat Galat} = JKG = JKT - JKP$$

Keterangan:

JKT : jumlah kuadrat total

JKP : jumlah kuadrat perlakuan

JKG : jumlah kuadrat galat

k : banyaknya kolom

N : banyaknya pengamatan/keseluruhan data

X_{ij} : banyaknya ulangan di kolom ke-i

n_i : data pada kolom ke-i ulangan ke-j

x_{ij} : total (jumlah) ulangan pada kolom ke-i

$T_{i.}$: total (jumlah) seluruh pengamatan

$T_{..}$: total (jumlah) seluruh pengamatan

a. Analisis Suhu

Data hasil pengukuran suhu di sajikan dalam bentuk tabel.

b. Analisis Nilai pH

Data perubahan pH selama penguraian bahan organik disajikan dalam bentuk diagram garis. Alasan dipilih diagram garis karena dinilai lebih efektif dibandingkan dengan diagram batang. Selain itu tampilan dalam bentuk diagram garis lebih sesuai untuk menganalisis kecenderungan data.

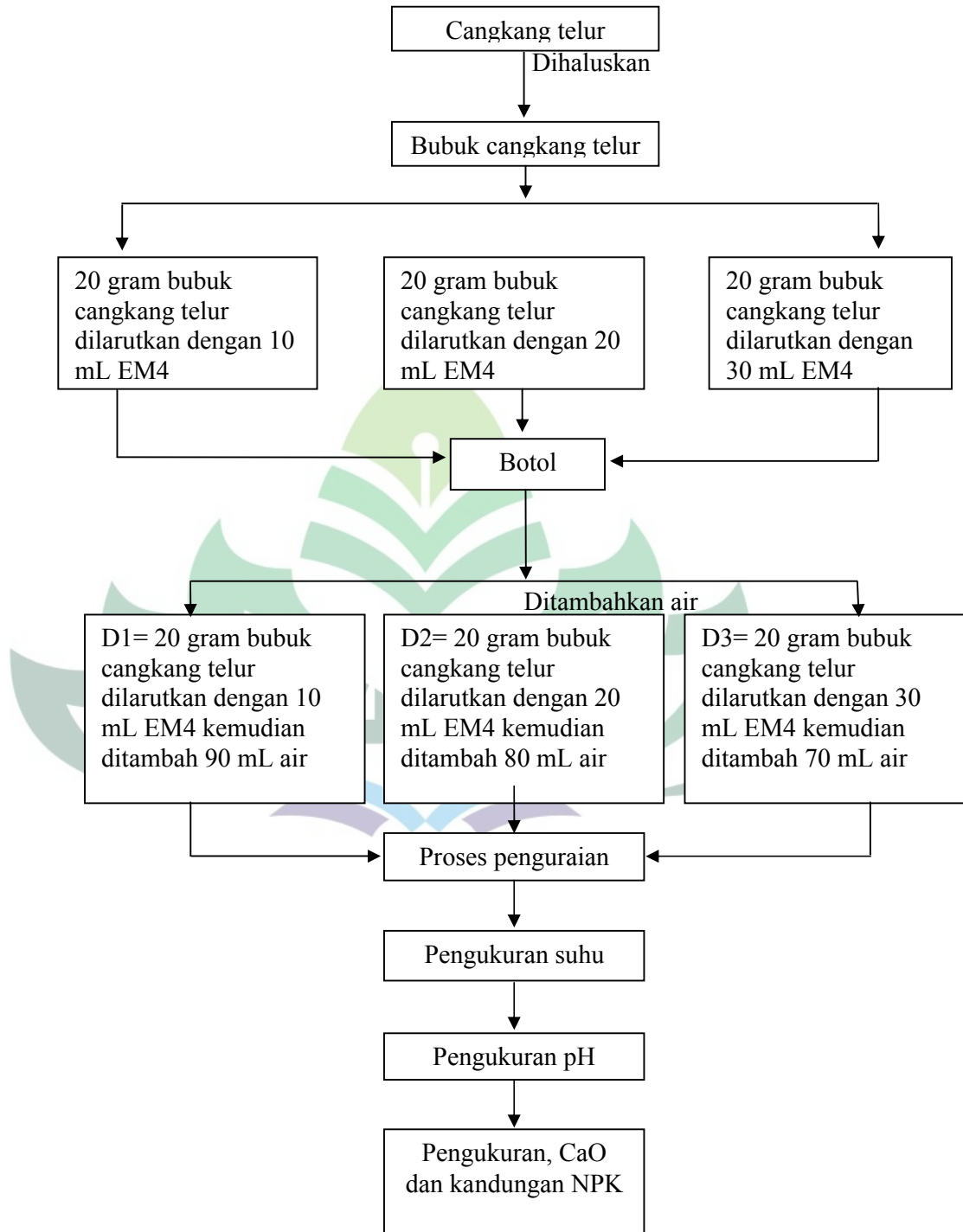
c. Analisis NPK

Nilai NPK yang didapatkan kemudian dianalisis dengan uji ANOVA satu jalur dan dieksplorasikan dalam bentuk tabel dan diagram batang

d. Analisis CaO

Nilai CaO yang didapatkan dianalisis menggunakan uji ANOVA satu jalur dan dieksplorasikan dalam bentuk tabel dan diagram batang.

5. Alur Kerja Penelitian



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Adapun hasil penelitian tentang penggunaan dosis optimum EM4 sebagai inokulan pada pembuatan pupuk cair organik dengan variasi konsentrasi EM4 10%, 20% dan 30% dengan 3 perlakuan dengan 4 kali pengulangan. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkang telur ayam yang merupakan limbah yang masih memiliki kandungan nutrisi yang bisa digunakan sebagai sumber nutrisi bagi makhluk hidup lainnya, salah satunya adalah tumbuhan.

Pada penelitian ini meliputi tiga tahapan, yang pertama adalah tahap persiapan, pada tahap ini peneliti menyiapkan semua alat dan bahan yang akan digunakan terlebih dahulu. Selain itu cangkang telur ayam yang akan digunakan dalam penelitian dicuci terlebih dahulu dan dikeringkan dengan cara dijemur dengan sinar matahari. Setelah kering, cangkang telur kemudian dihaluskan menggunakan blender hingga menghasilkan serbuk cangkang telur yang halus. Untuk hasil yang efektif, serbuk cangkang telur tersebut diayak dengan menggunakan ayakan 100 mesh agar menghasilkan ukuran serbuk cangkang telur yang sama.

Selanjutnya adalah tahap kedua, yaitu pelaksanaan. Pada tahap ini peneliti mulai melakukan proses pembuatan pupuk cair organik dengan menggunakan EM4 sebagai inokulannya. Pada tahap ini peneliti membuat tiga perlakuan dengan konsentrasi EM4 yang berbeda, yaitu 10% (10 mL), 20% (20

mL) dan 30% (30 mL), kemudian masing-masing perlakuan tersebut diulang sebanyak 4 kali pengulangan. Sehingga peneliti mempunyai 12 botol sampel pupuk cair organi. Yang terakhir adalah tahap pengamatan, pada tahap ini peneliti melakukan pengamatan serta pengujian kadar kandungan sampel. Parameter yang diamati meliputi suhu, derajat keasaman (pH), kadar nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K) dan juga kandungan unsur hara makro sekunder yaitu kalsium (Ca). Pengujian kadar kandungan nutrisi dari setiap sampel dilakukan di UPT Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung.

Dari hasil pengukuran kadar nutrisi pada pupuk cair organik yang telah dilakukan, diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 6.
Hasil Penelitian Pupuk Cair Organik

No	Parameter	Satuan	Standar Pupuk Organik Berdasarkan SNI	Variasi Konsentrasi EM4		
				10%	20%	30%
1	Suhu	°C	-	29	29	29
2	pH	-	4-8	4,71	4,89	4,75
3	N	%	>40	0,02	0,05	0,08
4	P	%	>0,10	8,383	4,868	4,121
5	K	%	>0,20	1,568	3,509	4,887
6	CaO	%	-	8,315	14,325	22,099

1. Suhu

Suhu belum mengalami perubahan pada hari pertama dan kedua yaitu rata-rata 30 °C, namun pada hari ketiga, keempat, kelima dan keenam semua perlakuan mulai mengalami penurunan suhu menjadi antara 29-28 °C, kemudian pada hasil pengamatan hari ketujuh menunjukkan adanya penurunan suhu menjadi 28 °C.

Tabel 7.
Keadaan Suhu Rata-rata Selama Proses Penguraian

No	Hari ke (H)	Suhu Variasi konsentrasi EM4 (°C)		
		D1 (EM4 10%)	D2 (EM4 20%)	D3 (EM4 30%)
1	1	30	30	30
2	2	30	30	30
3	3	30	29	29
4	4	29	29	29
5	5	29	29	28
6	6	28,25	28	28
7	7	28	28	28

Ket: D: Variasi dosis EM4

D1: 10% v/v= 10 mL

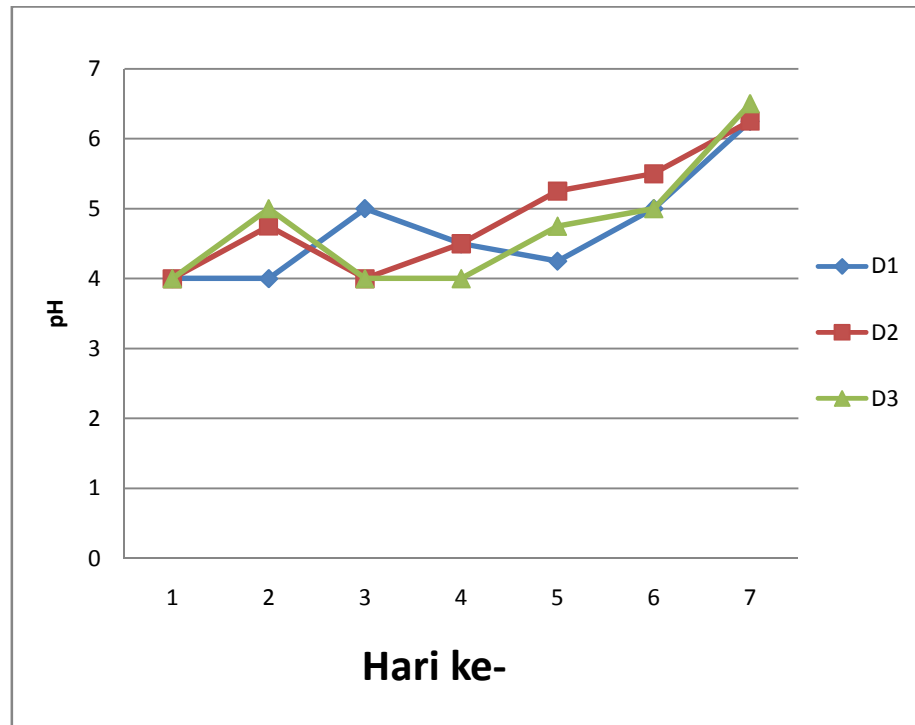
D2: 20% v/v= 20 mL

D3: 30% v/v= 30 mL

H: Hari pengukuran suhu

2. pH

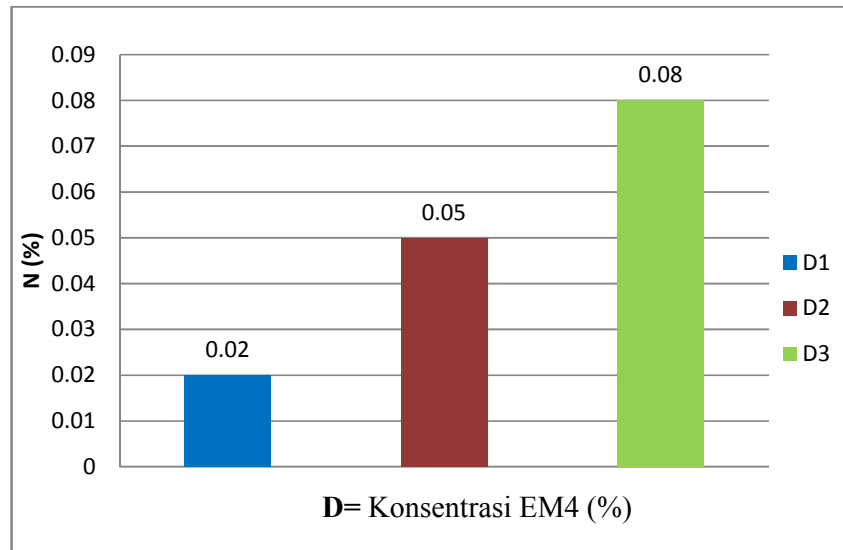
Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dengan variasi EM4 pada pupuk cair organik menunjukkan bahwa secara umum semua perlakuan mulai dari konsentrasi D1 (10%), D2 (20%), D3 (30%) pada hari ke-1 hingga ke-7 menunjukkan kenaikan mendekati pH netral. Pada hari ke-3 dan ke-4 sempat terjadi penurunan nilai pH pada akhir proses penguraian bahan organik. Pada hari ke-1 semua perlakuan memiliki nilai pH asam dengan rata-rata pH 4. Pada hari ke-7 rata-rata pH D1 adalah 6,3, pada D2 adalah 6,3 dan pada D3 adalah 6,5. Dari semua sampel menunjukkan bahwa nilai pH telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI).



Gambar 3. Keadaan pH Rata-rata Selama Proses Penguraian

3. Nitrogen

Kandungan N pada pupuk cair organik berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) adalah $>0,4$. Dari hasil penelitian menunjukkan nilai kandungan N pada semua perlakuan belum memenuhi SNI. Hasil penelitian yang terlihat pada tabel 6 menunjukkan nilai N dalam bentuk nitrat pada D1 0,02%, D2 0,05% dan D3 0,08%.



Gambar 4. Kadar N Pada Pupuk Cair Organik

a. Uji Normalitas Data

Pada uji normalitas yang telah dilakukan dengan jenis uji Liliefors, nilai signifikansi yang diperoleh adalah $>0,05$ yang berarti bahwa data berdistribusi normal dan dapat dilanjutkan untuk uji one way ANOVA. Uji liliefors digunakan karena data yang diujikan berupa data tunggal bukan data distribusi kelompok.

b. Uji Homogenitas Data

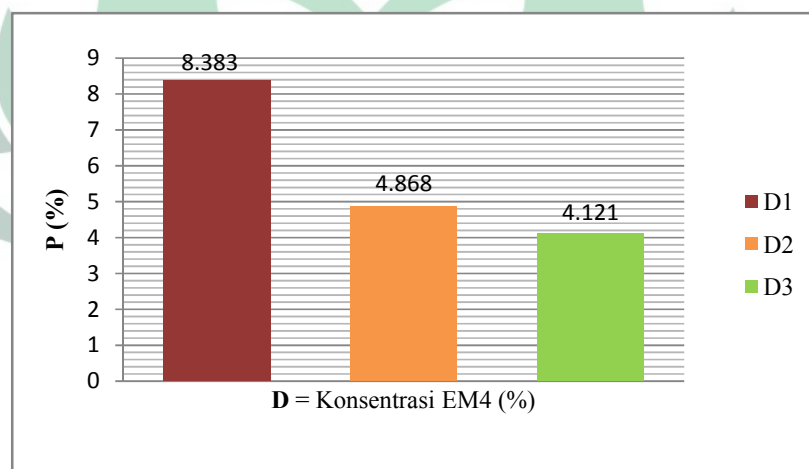
Apabila data yang diperoleh telah berdistribusi normal, maka selanjutnya dilakukan uji homogenitas untuk mengetahui kesamaan varians pada setiap kelompok data. Pada penelitian ini, peneliti melakukan uji homogenitas dengan menggunakan uji Bartlett. Hal ini dikarenakan data yang akan diuji lebih dari 2 kelompok data/sampel. Dari hasil uji homogenitas yang telah dilakukan, diperoleh nilai signifikansi $>0,05$. Maka dapat disimpulkan bahwa data bersifat homogen.

c. Uji One Way ANOVA

Berdasarkan data yang diperoleh dari uji one way ANOVA nilai signifikansi yang diperoleh $< 0,05$ maka data dinyatakan tidak signifikan. Hal ini membuktikan bahwa penambahan EM4 dengan berbagai konsentrasi berpengaruh tidak nyata terhadap kadar Nitrogen pada pupuk cair organik.

4. Fosfor (P)

Kandungan fosfor pada pupuk cair organik menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) adalah $>0,10$. Dari hasil penelitian menunjukkan nilai rata-rata kandungan P pada semua perlakuan sudah memenuhi SNI yaitu D1 sebesar 8,383%, D2 4,868 dan D3 4,121.



Gambar 5. Kadar P Pada Pupuk Cair Organik

a. Uji Normalitas Data

Berdasarkan data hasil uji normalitas diperoleh nilai signifikansi $> 0,05$ maka data dikatakan berdistribusi normal sehingga dapat dilakukan uji one way ANOVA.

b. Uji Homogenitas Data

Dari hasil uji homogenitas yang telah dilakukan, diperoleh nilai signifikansi $> 0,05$. Maka dapat disimpulkan bahwa data bersifat homogen.

c. Uji One Way ANOVA

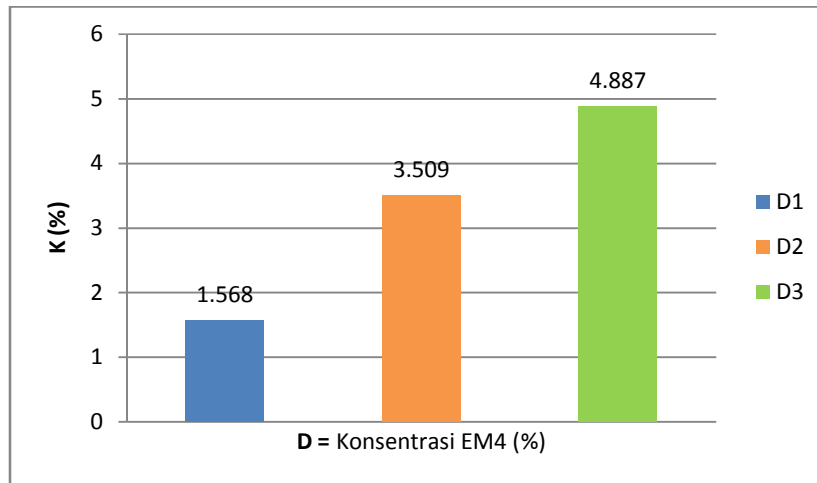
Berdasarkan hasil uji one way ANOVA diketahui bahwa nilai signifikansi nya $> 0,05$ maka data dinyatakan signifikan. Berdasarkan pernyataan tersebut membuktikan bahwa penambahan EM4 dengan berbagai konsentrasi berpengaruh terhadap kadar Fosfor (P) pada pupuk cair organik.

d. Uji Duncan

Berdasarkan hasil uji Duncan dapat dinyatakan bahwa D1 tidak berbeda nyata dengan D2 dan D3.

5. Kalium (K)

Kandungan kalium (K) pada pupuk cair organik menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) adalah $>0,20\%$. Dari data hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan nilai kandungan kalium (K) pada semua perlakuan sudah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu D1 1,568%, D2 3,509% dan D3 4,887%.



Gambar 6. Kadar K Pada Pupuk Cair Organik

a. Uji Normalitas Data

Pada uji normalitas ini diperoleh nilai signifikansi $> 0,05$ maka data dinyatakan berdistribusi normal dan dapat dilanjutkan untuk uji one way ANOVA.

b. Uji Homogenitas

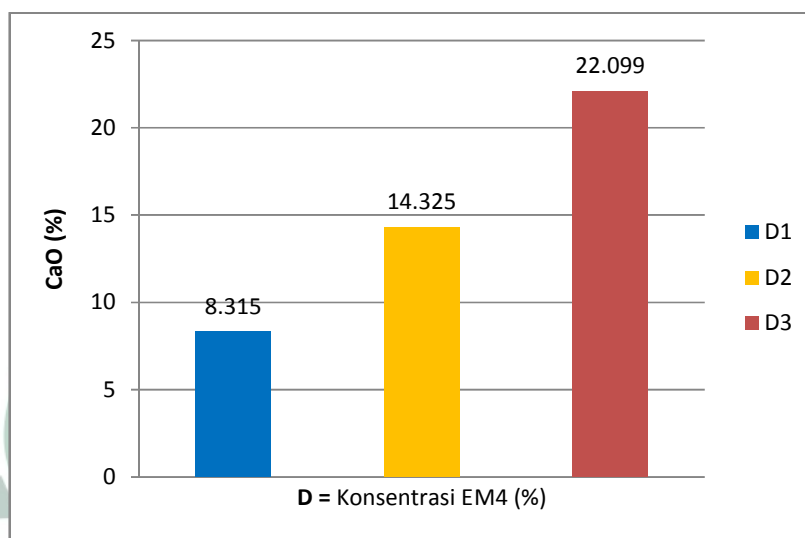
Dari hasil uji homogenitas diketahui bahwa nilai signifikansi $> 0,05$ maka data dinyatakan telah homogen.

c. Uji One Way ANOVA

Berdasarkan data hasil uji one way ANOVA diketahui bahwa nilai signifikansi yang diperoleh $< 0,05$ maka data tersebut dapat dinyatakan tidak signifikan. Dari data tersebut maka dapat dinyatakan bahwa tidak ada pengaruh dari penambahan konsentrasi dosis EM4 dengan kualitas kalium pada pupuk cair organik.

6. CaO (Kalsium Oksida)

Kalsium merupakan hara makro sekunder yang biasanya banyak terdapat dalam tanah, namun di beberapa tempat dengan tanah yang asam diperlukan tambahan kalsium dan magnesium untuk menetralkan keasaman. Berdasarkan data hasil penelitian yang telah dilakukan diketahui nilai K dari D1 8,315%, D2 14,325% dan D3 22,099%.



Gambar 7. Kadar CaO Pada Pupuk Cair Organik

a. Uji Normalitas Data

Berdasarkan data hasil uji normalitas yang telah dilakukan diketahui bahwa nilai signifikansi $> 0,05$. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa data bersifat normal dan dapat digunakan untuk uji one way ANOVA.

b. Uji Homogenitas Data

Dari hasil uji homogenitas data yang telah dilakukan data signifikansi yang diperoleh $> 0,05$. Maka data bersifat homogen dan telah memenuhi syarat untuk uji one way ANOVA.

c. Uji One Way ANOVA

Hasil dari uji one way ANOVA menunjukkan bahwa nilai signifikansi $< 0,05$ maka data dapat dinyatakan tidak signifikan. Hal ini membuktikan bahwa tidak ada pengaruh dari penambahan konsentrasi dosis EM4 dengan kualitas kalium pada pupuk cair organik.

B. Pembahasan

1. Penguraian bahan organik dan kualitas Pupuk Cair Organik

Proses penguraian berjalan sempurna apabila nilai pH mendekati 7, terjadi penurunan temperature dan terbentuk nitrat.¹

a. Suhu

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan suhu awal adalah sebesar 30°C, sempat terjadi penurunan suhu pada hari ketiga, keempat, kelima dan keenam yaitu 29-28°C, kemudian pada hari ketujuh terjadi penurunan suhu kembali menjadi 28°C. Perubahan temperatur ini terjadi dikarenakan adanya aktifitas mikroba yang dapat menurunkan suhu pupuk cair sehingga temperatur yang dihasilkan berubah-ubah. Hal tersebut menunjukkan besar pengaruh mikroorganisme yang hidup pada suhu 25-45°C terhadap aktifitas biokimia yang berlangsung pada tingkat awal fermentasi.

Pada awal fermentasi rata-rata suhu mencapai 30°C yang kemudian mengalami penurunan suhu. Pada kondisi seperti ini dapat menyebabkan adanya pertumbuhan relik golongan *mesofilia*. Suhu

¹ Yulya fitria. *Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Limbah Cair Industri Perikanan dengan Menggunakan Asam Asetat dan EM4*. IPB. Bogor. 2008. h. 26.

optimum mikroba golongan mesofilik berkisaran pada suhu 27-32°C.² mikroba tersebut berperan dalam memecah atau menghancurkan bahan organik yang difermentasikan, sehingga dapat menghasilkan senyawa-senyawa organik sederhana yang bermanfaat bagi tanaman seperti N, P dan K.

Suhu dapat mempengaruhi metabolisme pada mikroba, sehingga proses penguraian akan berlangsung optimal pada suhu optimal mikroorganisme. Mikroorganisme akan mengikat nitrogen namun tergantung pada ketersediaan karbon dengan suhu optimal 27-32 °C.³

b. pH

pH merupakan salah satu faktor yang dapat dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme dalam media penguraian bahan organik. pH optimum dalam suatu proses penguraian bahan organik berdasarkan SNI adalah 4-8.

Dapat dilihat pada Gambar 1, bahwa pH awal rata-rata semua perlakuan adalah 4. Pada hari ketiga dan keempat, semua perlakuan mengalami penurunan pH pada akhir proses penguraian bahan organik. Penurunan nilai pH yang terjadi disebabkan karena adanya aktivitas bakteri yang berperan dalam proses penguraian, seperti asam laktat, asam asetat dan asam piruvat. Asam-asam organik tersebut berasal dari penguraian karbohidrat, protein dan lemak oleh mikroorganisme yang terdapat dalam EM4 terutama oleh bakteri *Lactobacillus sp.*⁴

² Winiarti P Rahayu, CC Nurwitri. Mikrobiologi Pangan. (Bogor: IPB Press. 2012). h. 13.

³ *Ibid.* h. 10.

⁴ *Ibid.* h. 20.

Setelah beberapa hari, terjadi peningkatan nilai pH yang disebabkan karena adanya aktifitas mikroorganisme dalam proses pemecahan nitrogen serta mikroorganisme lain yang mulai bekerja. Mikroorganisme ini akan mengkonversi (mengubah) asam-asam organik yang telah terbentuk sehingga menyebabkan nilai pH mendekati pH netral.⁵

Dari hasil pengamatan terhadap nilai pH pada D1 adalah 4,71, kemudian pada D2 adalah 4,89 dan pada D3 adalah 4,75. Dengan demikian untuk semua perlakuan memiliki nilai pH yang telah memenuhi standar kualitas pupuk cair organik sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu 4-8.

2. Kualitas Pupuk Cair Organik

Kualitas pupuk cair organik dapat ditentukan sesuai dengan kandungan unsur hara yang terdapat pada pupuk cair organik tersebut.

a. Nitrogen (N)

Nitrogen adalah salah satu unsur hara yang sangat dibutuhkan dalam proses pertumbuhan tanaman yaitu sebagai penyusun protein yang merupakan senyawa dengan berat molekul tertinggi yang terdiri dari rantai asam amino yang terikat dengan ikatan peptida.⁶

Proses penguraian bahan organik yang dibantu oleh mikroorganisme menghasilkan nitrogen yang dibutuhkan tanaman.

Enzim protease bereaksi untuk memecah protein menjadi senyawa yang

⁵ Damayanti Sinaga. Pembuatan Pupuk Cair dari Sampah Organik dengan Menggunakan Biosca Sebagai Starter. USU. Medan.2009. h. 23.

⁶ Mutia Syafitri A. "Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Ekstrak Cair Rumput Laut (*Sargassum sp.*)". (Skripsi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, 2016). h. 43.

lebih sederhana dan menghasilkan ATP, NADPH dan NH_3 (amoniak) serta energi. Kemudian NH_3 tersebut akan bereaksi dengan O_2 yang dibantu oleh bakteri *Nitrosomonas* sehingga menghasilkan NO_2^- (nitrit), H_2O dan energi yang akan digunakan untuk proses selanjutnya. Kemudian dilanjutkan dengan proses pembentukan NO_3^- (nitrat) yang dapat diserap oleh tanaman.⁷

Nitrogen merupakan unsur hara yang sangat penting karena berfungsi sebagai nutrisi untuk membantu pertumbuhan tanaman. Pada tanaman yang kaya akan unsur N dapat meningkatkan hasil dan kualitas dari tanaman. Senyawa N yang mampu diserap langsung oleh tanaman yaitu dalam bentuk senyawa nitrit (NO_3^-). Berdasarkan hasil penelitian yang telah penulis lakukan menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi EM4 yang ditambahkan maka akan menghasilkan nilai N yang semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena adanya bakteri yang bekerja semakin banyak, namun menurut penelitian yang dilakukan oleh Yulya Fitria tentang penggunaan EM4 dalam pembuatan pupuk organik cair dari limbah ikan, jika konsentrasi EM4 ditambahkan lagi maka nilai N semakin sedikit. Hal ini dikarenakan nutrisi bagi bakteri yang membantu penguraian juga sedikit.

Nitrat yang merupakan hasil turunan dari nitrit merupakan bentuk nitrogen yang teroksidasi dalam limbah. Nitrat merupakan nitrogen yang paling dinamis untuk ditangkap oleh akar tanaman.⁸ Berdasarkan data hasil penelitian yang terlihat pada Tabel 6, diketahui nilai N pada D1

⁷ Nanik Astuti Rahman dan Harimbi Setyawati. "Pengaruh Variasi Sumber Karbon dan Waktu Fermentasi Pada Proses Pembuatan Pupuk Cair dari Kulit Pisang". *Jurnal Teknik Kimia*. Vol. 10. No. 2. (Desember 2015). h. 76.

⁸ Winiarti P Rahayu, CC Nurwitri. "Mikrobiologi Pangan" h. 33.

adalah 0,02%, D2 0,05% dan D3 adalah 0,08%. Maka dapat disimpulkan bahwa adanya peningkatan jumlah kandungan N pada masing-masing sampel yang telah ditambahkan konsentrasi EM4 yang berbeda, walaupun kadar N yang diperoleh masih sedikit dan belum memenuhi standarisasi nutrisi pupuk cair organik.

Jika ditinjau kembali pada Tabel.1 yang menunjukkan bahwa pada cangkang telur mengandung protein kasar yang cukup besar, maka seharusnya Nitrogen yang diperoleh dari proses fermentasi pupuk cair organik juga besar, namun hal ini berbeda dengan hasil yang diperoleh oleh peneliti dari pengamatan yang telah dilakukan. Kecilnya kandungan N pada pupuk cair organik ini diduga karna adanya aktifitas mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi. Menurut (Lestari dkk dalam penelitian Jumirah) kandungan N yang rendah dapat disebabkan karena unsur N yang ada digunakan oleh mikroorganisme untuk kebutuhan hidupnya dan adanya perubahan unsur nitrogen menjadi bentuk gas.⁹ Berdasarkan Standar Nasional Indonesia kandungan N adalah > 40%. Maka pupuk cair organik yang dihasilkan belum memenuhi standar SNI.

b. Fosfor (P)

Fosfor pada tanaman berfungsi untuk membantu proses pembentukan bunga, buah dan biji serta membantu mempercepat pematangan buah. Fosfor yang diserap tanaman dalam bentuk HPO_4^{2-}

⁹ Jumirah, A. Wibowo dan Indah. "Kualitas Pupuk Cair Organik dengan Kombinasi Limbah Ampas Jamu dan Limbah Ikan". *Jurnal Biota*. Vol. 3 No. 2. (Juni 2018). h. 57.

dan H_2PO_4^- karena dalam bentuk seperti inilah tanaman mampu menyerap.¹⁰ Penanganan anaerobik akan mengalami likuifikasi (pencairan) bahan organik dan senyawa fosfor anorganik akan dilepaskan dari senyawa organik. Hasil dari penguraian anaerob adalah senyawa fosfor terlarut dalam jumlah yang kecil. Proses hidrolisis fosfat yang terkondensasi menjadi ortofosfat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan konsentrasi mikroba.¹¹

Kandungan fosfor (P) pada pupuk cair organik juga dapat dipengaruhi oleh tingginya kandungan N. Semakin tinggi nitrogen (N) yang tersedia maka multifikasi mikro yang merombak P akan meningkat, sehingga kandungan P juga meningkat. Hal ini sejalan dengan Hidayat dan Arif Meftah dalam penelitian Khoirunnisyah dan Imam bahwa kandungan P dalam pupuk dapat berkaitan dengan kandungan nitrogen bahan. Semakin tinggi N pada pupuk organik, maka kandungan fosfor juga meningkat. Selain disebabkan oleh kandungan N yang rendah, hal tersebut juga dapat disebabkan karena kurangnya aktifitas mikroba untuk merombak P dalam bahan pupuk.¹²

Perlakuan pupuk cair organik pada D1 menghasilkan kandungan hara P tersedia sebesar 8,383%, pada D2 adalah 4,868% dan pada D3

¹⁰ Mujiatul Makiyah. "Analisis Kadar N, P dan K Pada Pupuk Cair Limbah Tahu dengan Penambahan Tanaman Matahari Meksiko (*Thitonia diversivolia*)". (Skripsi Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang. Semarang. 2013). h. 41.

¹¹ Winiarti P Rahayu, CC Nurwitri. "Mikrobiologi Pangan".... h. 33.

¹² Khairunnisyah, Imam dan Darmawati. "Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca forma typica*) Sebagai Pupuk Organik Cair (POC) Sebagai Rancangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Materi Bioteknologo Kelas XII SMA". JOM FKIP-UR, Vol. 5 No. 2. (2018). h. 5.

adalah 4,121%. Berdasarkan data tersebut maka dapat diketahui adanya penurunan kandungan P pada setiap perlakuan. Seharusnya dengan penambahan konsentrasi EM4 yang lebih tinggi akan menghasilkan kandungan P yang lebih tinggi juga. Namun beda halnya dengan data yang diperoleh oleh peneliti dari hasil pengamatannya. Hal ini diduga karena adanya aktifitas mikroorganisme. Karena semakin tinggi konsentrasi EM4 yang ditambahkan maka semakin banyak pula jumlah mikroorganisme yang ada, sehingga menyebabkan ketidak seimbangan sumber energi dalam substrak. Hal ini juga sejalan dengan pendapat Indriani dkk dalam penelitian Jumirah bahwa penurunan kadar P dapat terjadi karena fosfor juga dibutuhkan oleh mikroorganisme sebagai nutrisi makro untuk pertumbuhan dan perkembangannya.¹³

Nilai P yang terdapat pada pupuk cair organik dengan perlakuan D1, D2 dan D3 telah memenuhi standar pupuk cair organik berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu $>0,10\%$.

c. Kalium (K)

Kalium dalam tanaman mampu mempengaruhi penyerapan unsur lain, perkembangan akar dan daya tahan terhadap penyakit serta kekeringan. Pada tanaman yang mengalami kekurangan unsur K akan menyebabkan daun berwarna kuning, tidak tahan kering dan mudah terkena penyakit. Berdasarkan hasil penelitian yang terdapat pada table 6 hasil yang diperoleh mengenai nilai K pada D1 adalah 1,568%, D2 adalah 3,509% dan D3 adalah 4,887%. Berdasarkan Standar Nasional

¹³ Jumirah, A. Wibowo dan Indah. "Kualitas Pupuk Cair Organik", h. 57.

Indonesia (SNI) syarat kandungan kalium yang baik adalah minimal 0,20. Dengan demikian pupuk cair organik yang diperoleh dengan perlakuan D1, D2 dan D3 telah memenuhi standar Standar Nasional Indonesia (SNI).

d. Kalsium Oksida (CaO)

Kalsium merupakan nutrisi sekunder yang biasanya banyak terdapat di dalam tanah, namun di beberapa tempat dengan tanah asam diperlukan juga tambahan kalsium dan magnesium untuk membantu menetralkan keasaman.

Kalsium berfungsi untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Selain untuk memperkuat tanaman, kalsium juga mampu merangsang pertumbuhan akar, mempermudah penyerapan kalium, dan sebagai faktor pembatas dalam proses pembuatan dinding sel. Di dalam bidang pertanian, bentuk kalsium yang sering digunakan adalah jenis kalsium karbonat (CaCO_3), kalsium oksida (CaO), dan kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Zat-zat tersebut akan diserap oleh tanaman dalam bentuk ion positif sehingga mampu diikat oleh koloid tanah untuk digunakan oleh tanaman.¹⁴ Berdasarkan data hasil penelitian CaO pada D1 adalah 8,315%, D2 adalah 14,325% dan D3 adalah 22,099%.

Berdasarkan nilai kandungan nutrisi yang terdapat pada pupuk cair organik yang berbahan dasarnya cangkang telur ayam ini, peneliti berpendapat bahwa pupuk ini dapat digunakan atau diaplikasikan pada

¹⁴ Venny M. A. Tiwow, Inda Widiarti H. dan Supriadi. "Analisis Kadar Kalsium (Ca) dan Fosforus (P) Pada Limbah Sisik dan Sirip Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) Dari Danau Lindu Sulawesi Tengah". Jurnal Akademik Kimia. Vol. 5, No. 4 (2016). h. 159.

tanaman buah pepaya (*Carica papaya*) pada fase pembungaan (Generatif). Pada fase ini unsur NPK masih dibutuhkan, namun penambahan unsure Nitrogen yang berlebihan dapat menghasilkan daun yang lebat. Keadaan daun yang lebat menyebabkan tanaman terlalu rimbun yang bisa menghambat pertumbuhan bunga dan buah. Cara penanganan yang bisa dilakukan oleh petani adalah mengurangi daun-daun muda dengan memangkas daun pada tanaman. Kemudian menambahkan pupuk NPK terutama yang kaya akan unsur fosfor (P) dan kalium (K). Karena penggunaan pupuk dengan konsentrasi fosfor (P) yang tinggi dan kalium (K) yang juga tinggi bertujuan agar bunga dan buah tidak rontok.¹⁵

Karena pada pupuk ini walaupun kandungan nitrogen (N) yang rendah dan belum memenuhi standarisasi, namun kandungan fosfor (P) dan juga kalium (K) serta kalsium (CaO) yang cukup tinggi. Pada tanaman pepaya Seperti yang dijelaskan oleh Nurlita dalam penelitiannya yang berjudul ‘Uji potensi pupuk organik dari cangkang telur untuk pertumbuhan tanaman seledri (*Apium graveolens*. L.) bahwa pemberian pupuk organik dari cangkang telur dengan konsentrasi yang berbeda dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman seledri. Semakin tinggi konsentrasi serbuk cangkang telur yang ditambahkan, maka akan menghasilkan tanaman seledri yang lebih berkualitas.¹⁶

¹⁵ Tri Budiyantri, et. al. “Peremajaan Tanaman Pepaya dengan Pemangkasan Batang” (Online). Tersedia di: <http://balitbu.litbang.pertanian.go.id/index.php/hasil-pertanian-mainmenu-46/814>. Peremajaan-tanaman-pepaya-dengan-pemangkasan-batang. (13 Oktober 2015).02.12. dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah.

¹⁶ Nurlita Harnafi Mashfufah. “Uji Pupuk Organik Cair dari Bahan Cangkang Telur Untuk Pertumbuhan Tanaman Seledri (*Apium graveolens* L.) Jurnal Publikasi. 2014. h. 8.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan data hasil penelitian dan pembahasan diatas maka dapat disimpulkan bahwa konsentrasi EM4 optimum yang menghasilkan kandungan unsur hara atau nutrisi yang sesuai dengan standarisasi kualitas pupuk organik berdasarkan SNI 19-7030-2004 pada pupuk cair organik dengan bahan baku cangkang telur ayam adalah pada D3 (konsentrasi EM4 30%) kecuali untuk kandungan fosfor(P) tersedia. Pada data hasilpenelitiandiperolehnilai P yang paling tinggiadapada D1 yaitu8,383%, D2 adalah 4,868% dan D3 adalah 3,632%. D3 (konsentrasi EM4 30%) memilikinilaisuhu 29°C, pH akhir 4,75%, nitrogen (N) 0,07% (belummenuhihstandar SNI), kalium (K) 4,887% dankandunganharamakrosekunderkalsium oksida (CaO)tertinggiyaitu 22,099%.

Nilai kandungan dari masing-masing parameter yang diujikan, yaitu suhu, pH, nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K) dan kalsium oksida (CaO) pada D3 (konsentrasi EM4 30%) sudah memenuhi standarisasi sesuai SNI, kecuali nilai nitrogen (N). Nilai nitrogen (N) belum memenuhi standarisasi kualitas pupuk organik berdasarkan SNI yaitu >40%.

B. Saran

1. Kepada peneliti selanjutnya perlu diadakannya penelitian untuk memperbaiki nilai unsur N dari pupuk cair organik yang dihasilkan sehingga dapat memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) pupuk cair organik.
2. Perlu diadakannya penelitian lanjutan untuk mengetahui kandungan hara lainnya (hara mikro) pada pupuk cair organik.



DAFTAR PUSTAKA

- Aslinawati. *Aplikasi Pupuk Cair Dari Cangkang Telur Dengan Aktifator Mikroorganisme Lokal Terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Kakao*, Skripsi. Program Studi Budidaya Tanaman Perkebunan Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Samarinda. 2011.
- Ayub S. Parnata, *Pupuk Organik Cair Aplikasi dan Manfaatnya*, Depok: Agromedia Pustaka, 2004.
- Darmawati, Berbagai Bioaktivatr Terhadap Pembentukan Kompos Dari Limbah Sayur dan Daun, *Jurnal Dinamika Pertanian*, Vol. 30 No. 2, 2015.
- Damayanti Sinaga, *Pembuatan Pupuk Cair dari Sampah Organik dengan Menggunakan Biosca Sebagai Starrter*, USU, Medan, 2009.
- Departemen Agama RI, *Al-Qur'an dan terjemahannya*, Semarang.
- Emi, Eka, dan Harmoko, *Pengaruh Pupuk Serbuk Cangkang Telur Ayam Ras Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Caisim (Brassica Juncea L.)*. STKI-PGRI Lubuk Linggau. 2017.
- Fifia Zulti. *Spektroskopi Inframerah, Serapan Atomik, Serapan Sinar Tampak dan Ultraviolet Hidroksiapatit dari Cangkang telur*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. 2008.
- Gusti Made Sanjaya, Biokonversi Sampah Organik Pasar Menjadi Biogas Menggunakan Starter Effective Microorganisms (EM4), *Jurnal Sains & Matematika*, Vol.1 No.1, 2012.
- Jaso Parson P. A. G. Sitous. *Pemanfaatan Pemberian Tepung Cangkang Telur Ayam Ras dalam Ransum terhadap Performans Burung Puyuh (Cortunix-Cortunix Japonica) Umur 0-40 Hari*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan. 2009.
- Jumirah, A. Wibowo dan Indah. Kualitas Pupuk Cair Organik dengan Kombinasi Limbah Ampas Jamu dan Limbah Ikan. *Jurnal Biota*. Vol. 3 No. 2. 2018.
- Khairunnisyah, Imam dan Darmawati. Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca forma typica*) Sebagai Pupuk Organik Cair (POC) Sebagai Rancangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Materi Bioteknologo Kelas XII SMA. *JOM FKIP-UR*. Vol. 5 No. 2. 2018.

- Marlinda, Pengaruh Penambahan Bioaktivator EM4 dan Promi dalam Pembuatan Pupuk Cair Organik dari Sampah Rumah Tangga, *Jurnal Konversi*, Vol. 4 No. 2, Oktober 2015.
- Mujiatul Makiyah. *Analisis Kadar N, P dan K Pada Pupuk Cair Limbah Tahu dengan Penambahan Tanaman Matahari Meksiko (Thitonia diversivolia)*. Skripsi. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang, Semarang, 2013.
- Mutia Syafitri A. *Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Ekstrak Cair Rumput Laut (Sargassum sp.)*, Skripsi. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, Jakarta, 2016.
- Nanik Astuti Rahman dan Harimbi Setyawati, Pengaruh Variasi Sumber Karbon dan Waktu Fermentasi Pada Proses Pembuatan Pupuk Cair dari Kulit Pisang, *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 10 No. 2, Desember 2015
- N.D. Siswati, H. Theodorus dan P.W. Eko. S, Kajian Penambahan Effective Microorganisme (EM4) Pada Proses Dekomposisi Limbah Padat Industri Kertas, *Jurnal Buana Sains*, Vol. 9 No. 1, 2009.
- Nurlita Harnafi Mashfufah, “Uji Potensi Pupuk Organik dari Bahan Cangkang Telur untuk Pertumbuhan Tanaman Seledri (*Apium graveolens L.*)”. (Skripsi Universitas Muhammadiyah, Surakarta, 2014).
- Priyanti widianingrum dan Lisdiana, Efektivitas Proses pengomposan Sampah Daun dengan Tiga Sumber Aktivator Berbeda, *Jurnal Rekayasa*, Vol. 13 No. 2, 2015.
- Puspita Lidyani, *Sukses Membuat Pupuk Cair*, Jakarta: Bentara Cipta Prima, 2011.
- Rahmadina dan Efrida Pima Sari Tambunan, Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur, Kulit Bawang Dan Daun Kering Melalui Proses Sains Dan Teknologi Sebagai Alternatif Penghasil Produk Yang Ramah Lingkungan, *Jurnal Klorofil*, Vol. 1 No. 1, 2017.
- Solpiati. *Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair NASA Terhadap Pertumbuhan Tanaman Buah Naga Suuper Red (Hylocereus costaricensis)*. Skripsi. Program Studi Budidaya Tanaman Perkebunan Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Samarinda, 2013.
- Venny M. A. Tiwow, Inda Widiarti H. dan Supriadi, Analisis Kadar Kalsium (Ca) dan Fosforus (P) Pada Limbah Sisik dan Sirip Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) Dari Danau Lindu Sulawesi Tengah, *Jurnal Akademik Kimia*, Vol. 5 No. 4, 2016.

Warsy, Sitti Chadijah dan Waode Rustiah, Optimalisasi Kalsium Karbonat Dari Cangkang Telur Untuk Produksi Pasta Komposit. *Jurnal Al-Kimia*, Vol. 4 No. 2, 2016.

Widya Norhayani. *Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Limbah Cair Tempe (Glycine max L., Skripsi. Program Studi Manajemen Lingkungan Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Samarinda, 2012.*

Winiarti P Rahayu, CC Nurwitri, *Mikrobiologi Pangan*, Bogor: IPB Press, 2012.

Yulya fitria, *Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Limbah Cair Industri Perikanan dengan Menggunakan Asam Asetat dan EM4*, IPB, Bogor, 2008.





Tabel pH penguraian bahan organik

➤ Ulangan 1

No	Hari ke	Variasi konsentrasi EM4 (D)		
		D1 (EM4 10%)	D2 (EM4 20%)	D3 (EM4 30%)
1	1	4	4	4
2	2	4	5	5
3	3	5	4	4
4	4	4	4	4
5	5	4	5	5
6	6	5	6	5
7	7	5	6	6

➤ Ulangan 2

No	Hari ke	Variasi konsentrasi EM4 (D)		
		D1 (EM4 10%)	D2 (EM4 20%)	D3 (EM4 30%)
1	1	4	4	4
2	2	4	5	5
3	3	5	4	4
4	4	5	4	4
5	5	4	5	5
6	6	5	5	5
7	7	6	6	6

➤ Ulangan 3

No	Hari ke	Variasi konsentrasi EM4 (D)		
		D1 (EM4 10%)	D2 (EM4 20%)	D3 (EM4 30%)
1	1	4	4	4
2	2	4	5	5
3	3	5	4	4
4	4	4	5	4
5	5	4	6	5
6	6	5	6	5
7	7	7	7	7

➤ Ulangan 4

No	Hari ke	Variasi konsentrasi EM4 (D)		
		D1 (EM4 10%)	D2 (EM4 20%)	D3 (EM4 30%)
1	1	4	4	4
2	2	4	4	5
3	3	5	4	4
4	4	5	5	4
5	5	5	5	4
6	6	5	5	5
7	7	7	6	7

➤ Tabel pH rata-rata

No	Hari ke	Variasi konsentrasi EM4 (D)		
		D1 (EM4 10%)	D2 (EM4 20%)	D3 (EM4 30%)
1	1	4	4	4
2	2	4	4,75	5
3	3	5	4	4
4	4	4,5	4,5	4
5	5	4,25	5,25	4,75
6	6	5	5,5	5
7	7	6,25	6,25	6,5

Tabel suhu penguraian bahan organik

➤ Ulangan 1

No	Hari ke	Variasi konsentrasi EM4 (D)		
		D1 (EM4 10%)	D2 (EM4 20%)	D3 (EM4 30%)
1	1	30	30	30
2	2	30	30	30
3	3	30	29	29
4	4	29	29	29
5	5	29	29	28
6	6	29	28	28
7	7	28	28	28

➤ Ulangan 2

No	Hari ke	Variasi konsentrasi EM4 (D)		
		D1 (EM4 10%)	D2 (EM4 20%)	D3 (EM4 30%)
1	1	30	30	30
2	2	30	30	30
3	3	30	29	29
4	4	29	29	29
5	5	29	29	28
6	6	28	28	28
7	7	28	28	28

➤ Ulangan 3

No	Hari ke	Variasi konsentrasi EM4 (D)		
		D1 (EM4 10%)	D2 (EM4 20%)	D3 (EM4 30%)
1	1	30	30	30
2	2	30	30	30
3	3	30	29	29
4	4	29	29	29
5	5	29	29	28
6	6	28	28	28
7	7	28	28	28

➤ Ulangan 4

No	Hari ke	Variasi konsentrasi EM4 (D)		
		D1 (EM4 10%)	D2 (EM4 20%)	D3 (EM4 30%)
1	1	30	30	30
2	2	30	30	30
3	3	30	29	29
4	4	29	29	29
5	5	29	29	28
6	6	28	28	28
7	7	28	28	28

➤ Tabel Suhu rata-rata

No	Hari ke	Variasi konsentrasi EM4 (D)		
		D1 (EM4 10%)	D2 (EM4 20%)	D3 (EM4 30%)
1	1	30	30	30
2	2	30	30	30
3	3	30	29	29
4	4	29	29	29
5	5	29	29	28
6	6	28,25	28	28
7	7	28	28	28

Lampiran 1. Kadar Nitrogen

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kadar Nitrogen	D1	,283	4	.	,863	4	,272
	D2	,250	4	.	,945	4	,683
	D3	,214	4	.	,963	4	,798

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Kadar Nitrogen

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3,938	2	9	,059

ANOVA

Kadar Nitrogen

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,008	2	,004	19,500	,001
Within Groups	,002	9	,000		
Total	,010	11			

Kadar Nitrogen

Duncan^a

dosis	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
D1	4	,0175	,0500	,0825
D2	4			
D3	4			
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

Lampiran 2. Kadar Fosfor

Tests of Normality

dosis	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kadar D1	,299	4	.	,855	4	,243
Fosfor D2	,268	4	.	,891	4	,388
D3	,275	4	.	,852	4	,232

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Kadar Fosfor

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,057	2	9	,945

ANOVA

Kadar Fosfor

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	414388,312	2	207194,156	,893	,443
Within Groups	2087771,881	9	231974,653		
Total	2502160,193	11			

Kadar fosfor

Duncan^a

dosis	N	Subset for alpha = 0.05
		1
D3	4	412,1073
D2	4	486,7518
D1	4	838,2955
Sig.		,262

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

Lampiran 3. Kadar Kalium

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kadar	D1	,156	4	.	,994	4	,976
Kalium	D2	,267	4	.	,864	4	,275
	D3	,292	4	.	,856	4	,245

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Kadar Kalium

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
14,507	2	9	,153

ANOVA

Kadar Kalium

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	222356,348	2	111178,174	40,971	,000
Within Groups	24422,060	9	2713,562		
Total	246778,408	11			

Kadar Kalium

Duncan^a

dosis	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
D1	4	156,8140	350,9245	488,6553
D2	4			
D3	4			
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

Lampiran 4. Kadar Kalsium (CaO)

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil	D1	,271	4	.	,856	4	,248
CaO	D2	,281	4	.	,880	4	,337
	D3	,253	4	.	,888	4	,373

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Hasil CaO

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,155	2	9	,358

ANOVA

Hasil CaO

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3821181,727	2	1910590,863	130,362	,000
Within Groups	131904,841	9	14656,093		
Total	3953086,568	11			

Hasil CaO

Duncan^a

dosis	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
D1	4	831,4913		
D2	4		1432,5438	
D3	4			2209,9763
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.



➤ Alat yang digunakan dalam penelitian

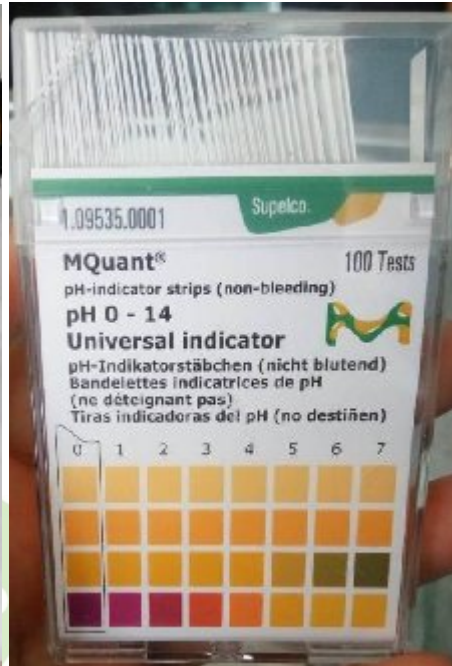
1. Gelas ukur



2. Ayakan



3. pH Meter



4. Botol Bertutup



5. Neraca Analitik



6. Termometer



7. Blander



8. Spatula



➤ Bahan yang digunakan dalam penelitian

1. Cangkang telur ayam



2. EM4



3. Aquades



➤ Langkah pembuatan

- D1 (EM4 10% v/v = 10 mL)



- D2 (EM4 20% v/v = 20 mL)



- D3 (EM4 30% v/v = 30 mL)



- Menimbang bubuk cangkang telur



- Melarutkan bubuk cangkang telur dengan larutan EM4 D1,D2 dan D3.



- Menambahkan Aquades pada setiap perlakuan hingga volume tiap larutan menjadi 100 mL.



- Mengukur pH dan suhu awal setiap larutan



- Diamkan selama 7 hari, dibuka secara berkala setiap hari dan diukur suhu serta pHnya.

